



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Διδακτική και Τεχνολογίες Μάθησης των Φυσικών Επιστημών»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εγγραμματισμός των μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
στις σχηματικές αναπαραστάσεις
των ηλεκτρικών κυκλωμάτων συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος**

Αντώνιος Κύρος (Α.Μ.: 5)

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Κώτσης
Καθηγητής

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος 2022

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Διδακτική και Τεχνολογίες Μάθησης των Φυσικών Επιστημών»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εγγραμματισμός των μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
στις σχηματικές αναπαραστάσεις
των ηλεκτρικών κυκλωμάτων συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος

Αντώνιος Κύρος

Τριμελής επιτροπή:

Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής, Επιβλέπων
Μικρόπουλος Αναστάσιος, Καθηγητής
Γαβριλάκης Κωνσταντίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος 2022

**Literacy of Secondary Education students in the schematic
representations of direct current electrical circuits**

στην Ουρανία

και στη μνήμη της μητέρας μου Ευανθίας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής εργασίας, Καθηγητή Κώτση Κωνσταντίνο. Η καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εργασίας, αποτελεί για μένα πολύ σημαντική προσφορά. Η δική του συμβολή ήταν αποφασιστικής σημασίας για την ολοκλήρωση της εργασίας. Θέλω να ευχαριστήσω επίσης τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, Καθηγητή Μικρόπουλο Αναστάσιο και Αναπληρωτή Καθηγητή Γαβριλάκη Κωνσταντίνο, για το χρόνο που διέθεσαν για την αξιολόγησή της. Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς των σχολείων τα οποία συμμετείχαν στην έρευνα, για τη συνεργασία τους και για το χρόνο που αφιέρωσαν, προκειμένου να με βοηθήσουν για τα αποτελέσματα της εργασίας. Ευχαριστώ επίσης την σύζυγό μου Ουρανία για την αμέριστη συμπαράσταση και την ψυχολογική υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου. Η συμβολή της ήταν καθοριστική για την ολοκλήρωση των σπουδών αυτών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τα κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και ειδικότερα η διερεύνηση της δυνατότητας των μαθητών να λαμβάνουν πληροφορίες από μία σχηματική αναπαράσταση κυκλώματος. Στο πλαίσιο αυτής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας εκπονήθηκε έρευνα με χρήση ερωτηματολογίου για την ανάδειξη των εναλλακτικών αντιλήψεων που έχουν οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα συνεχούς ρεύματος και τις σχηματικές αναπαραστάσεις των κυκλωμάτων αυτών. Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 314 μαθητές Γυμνασίων και Γενικών Λυκείων της πόλης των Ιωαννίνων, κατά το σχολικό έτος 2021-2022. Η επεξεργασία των απαντήσεων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS 23.0. Διερευνήθηκε σε ποιο βαθμό οι παράγοντες όπως η τάξη, ο προσανατολισμός σπουδών και το φύλο, επηρεάζουν τις αντιλήψεις και τις επιδόσεις των μαθητών. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης έχουν εναλλακτικές ιδέες για τα ηλεκτρικά κυκλώματα και για τις αναπαραστάσεις των κυκλωμάτων και η συχνότητά τους εξαρτάται από τον προσανατολισμό σπουδών τους, αλλά δεν εξαρτάται από την τάξη τους και το φύλο τους.

Λέξεις-κλειδιά: εγγραμματισμός, εναλλακτικές ιδέες, σχηματική αναπαράσταση κυκλώματος, δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the perceptions of Secondary Education students regarding direct current circuits and in particular to investigate the students' ability to obtain information from a schematic representation of a circuit. In the context of this master's thesis, a survey was prepared using a questionnaire to highlight the alternative perceptions that Secondary Education students have about direct current electrical circuits and the schematic representations of these circuits. The questionnaire was answered by 314 Gymnasium and General Lyceum students of the city of Ioannina, during the 2021-2022 school year. The responses were processed with the statistical package SPSS 23.0. It was investigated to what extent factors such as class, study orientation and gender, influence the perceptions and performances of the students. It was found that secondary school students have alternative ideas about electrical circuits and circuit representations and their frequency depends on their study orientation but does not depend on their class and their gender.

Keywords: literacy, alternative ideas, circuit schematic diagram, secondary education.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT.....	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	12
1.1 Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών	12
1.1.1 Οι ιδέες των παιδιών	12
1.1.2 Οι παράγοντες που διαμορφώνουν τις ιδέες των παιδιών	13
1.1.3 Κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών	14
1.1.4 Η σημασία των ιδεών	15
1.1.5 Αρχές της εποικοδομητικής υπόθεσης για τη μάθηση	16
1.1.6 Οι φάσεις του εποικοδομητικού μοντέλου.....	17
1.1.7 Επιστημονικός εγγραμματισμός.....	18
1.2 Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών στα ηλεκτρικά κυκλώματα.....	19
1.2.1 Οι σημαντικότερες εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για τα ηλεκτρικά κυκλώματα	19
1.2.2 Εξάρτηση από το φύλο.....	29
1.2.3 Προηγούμενες έρευνες.....	30
2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	35
2.1 Ερευνητικό ερώτημα & Ερευνητικό εργαλείο	35
2.2 Το δείγμα.....	38
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	39
3.1 Συνάφεια απαντήσεων και μεταβλητών.....	39
3.1.1 Συνάφεια απαντήσεων με προσανατολισμό σπουδών, για κάθε τάξη	39

3.1.2	Συνάφεια ομαδοποιημένων απαντήσεων Σωστού-Λάθους με φύλο, για κάθε τάξη...	133
3.2	Ορισμός της μεταβλητής: «επίδοση».....	143
3.2.1	Συνάφεια της επίδοσης με την τάξη.....	144
3.2.2	Συνάφεια της επίδοσης με τον προσανατολισμό, για κάθε τάξη	145
3.2.3	Συνάφεια της επίδοσης με το φύλο, για κάθε τάξη	146
3.3	Σύγκριση αποτελεσμάτων στις εννέα ερωτήσεις από το ερωτηματολόγιο DIRECT.....	148
4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	149
4.1	Συμπεράσματα	149
4.1.1	Εναλλακτικές ιδέες.....	149
4.1.2	Συνάφειες απαντήσεων και μεταβλητών.....	152
4.2	Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.....	155
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	157
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	162

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι ίσως η πιο βολική μορφή ενέργειας για την καθημερινή ζωή και έχει αναρίθμητες πρακτικές εφαρμογές, αρκεί να αναλογιστούμε πόσα πράγματα δεν μπορούμε να κάνουμε όταν κόβεται το ρεύμα. Οι σημερινοί μαθητές χρησιμοποιούν με σχετική άνεση το κινητό και τον υπολογιστή. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το αν απαντούν σωστά ή λανθασμένα στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αυτής της εργασίας. Στόχος της εκπαιδευτικής διαδικασίας πρέπει να είναι το να κατανοήσουν οι μαθητές τι πραγματικά συμβαίνει γύρω μας, σε όσο μεγαλύτερο βαθμό είναι εφικτό και όχι μόνο το τι είναι λειτουργικά χρήσιμο.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές έρευνες όπως για παράδειγμα οι έρευνες των Shipstone (1984), Psillos, Koumaras & Valassiades (1987), οι οποίες έχουν καταγράψει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αναφορικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα και τις σχηματικές αναπαραστάσεις αυτών. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να διερευνηθεί η συσχέτιση των εναλλακτικών ιδεών με παράγοντες όπως η τάξη και το φύλο, αλλά κυρίως με την επιλογή προσανατολισμού σπουδών από την πλευρά του μαθητή. Ο προσανατολισμός σπουδών είναι ένας παράγοντας τον οποίο δεν συναντήσαμε στη βιβλιογραφία. Σχετικά με την ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα, για αρκετά χρόνια οι μαθητές της Γ' τάξης του Γενικού Λυκείου διδάσκονταν στη φυσική θέματα που ανήκουν αποκλειστικά στο κεφάλαιο της μηχανικής, με αποτέλεσμα το ενδιαφέρον των μαθητών να είναι μειωμένο για ζητήματα φυσικής του ηλεκτρισμού. Τα τρία τελευταία χρόνια έχουν συμπεριληφθεί στην διδακτέα ύλη της Γ' τάξης και θέματα ηλεκτρισμού. Το γεγονός αυτό καθιστά ενδιαφέρουσα την διερεύνηση της συσχέτισης των ιδεών των μαθητών για τα ηλεκτρικά κυκλώματα με τον προσανατολισμό σπουδών που επιλέγουν.

Η μελέτη αυτή εκπονήθηκε στο πλαίσιο ολοκλήρωσης του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών: «Διδακτική και Τεχνολογίες Μάθησης των Φυσικών Επιστημών» και περιλαμβάνει:

Το 1ο κεφάλαιο, όπου αποτελεί το θεωρητικό πλαίσιο. Εξετάζονται οι ιδέες των μαθητών, οι εναλλακτικές ιδέες για τα ηλεκτρικά κυκλώματα και τις αναπαραστάσεις αυτών, καθώς και οι έρευνες που έχουν προηγηθεί στο θέμα αυτό.

Το 2ο κεφάλαιο, όπου αναπτύσσεται η μεθοδολογία της έρευνας. Διατυπώνεται το ερευνητικό ερώτημα και παρουσιάζεται το ερευνητικό εργαλείο, δηλαδή το ερωτηματολόγιο, καθώς και το δείγμα της έρευνας. Διερευνήθηκαν τα παρακάτω ερωτήματα:

1 . Υπάρχουν εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε ζητήματα κυκλωμάτων συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και ειδικότερα των σχηματικών αναπαραστάσεων των κυκλωμάτων αυτών και αν ναι, ποιες είναι αυτές; Ποια είναι η συχνότητα εμφάνισης της κάθε εναλλακτικής ιδέας στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου;

2 . Εξαρτώνται οι αντιλήψεις αυτές καθώς και η γενική επίδοση των μαθητών στο ερωτηματολόγιο, από παράγοντες όπως το φύλο, η τάξη και ο προσανατολισμός σπουδών και αν ναι, σε ποιο βαθμό;

Το 3ο κεφάλαιο, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

Το 4ο κεφάλαιο, όπου παρουσιάζονται τα συμπεράσματα, η συζήτηση των αποτελεσμάτων και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

1.1 Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών

1.1.1 Οι ιδέες των παιδιών

Οι ιδέες των παιδιών για τα φυσικά φαινόμενα έχουν συγκεντρώσει σημαντικό ενδιαφέρον στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών τα τελευταία χρόνια. Είναι διαθέσιμος ένας μεγάλος αριθμός μελετών που εξετάζουν τις ιδέες αυτές. Σύμφωνα με σχετικά νέες απόψεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση, «τα κεφάλια των μαθητών δεν είναι άδεια βάζα που θα γεμίσουν με γνώσεις και σοφία στο σχολείο», διότι η γνώση είναι το αποτέλεσμα μιας εποικοδομητικής ενέργειας (Baxter, 1991). Έχει γίνει ευρέως αποδεκτό ότι τα παιδιά αναπτύσσουν ιδέες και πεποιθήσεις για τον φυσικό κόσμο πολύ πριν αυτές να διδαχθούν επίσημα στο σχολείο. Η σημασία αυτών των αντιλήψεων για τη μάθηση αναγνωρίζεται από πολλούς ερευνητές.

Ένα σημαντικό εύρημα είναι ότι ορισμένες από τις ιδέες που χρησιμοποιούν τα παιδιά για το φυσικό κόσμο έχουν σταθερότητα και συχνά παραμένουν ακόμη και μετά τη διδασκαλία του αντίστοιχου θέματος στο σχολείο. Έτσι σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται ότι οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν τις επιστημονικές ιδέες που διδάσκονται σε στερεότυπα σχολικά πλαίσια, για παράδειγμα σε ερωτήσεις εξετάσεων, όμως τις ίδιες ιδέες δεν μπορούν να τις αξιοποιήσουν εκτός επίσημου σχολικού περιβάλλοντος, δηλαδή για να εξηγήσουν τα καθημερινά φαινόμενα (Driver & Oldham, 1986).

Ένα περαιτέρω ερευνητικό εύρημα σχετικά με τις ιδέες των μαθητών είναι ότι μερικές φορές, όταν οι μαθητές μαθαίνουν κάτι στο σχολείο, κάνουν ακατάλληλες συνδέσεις με τις προηγούμενες γνώσεις τους και έτσι οι έννοιες που κατασκευάζουν δεν είναι αυτές που επιδιώκει ο εκπαιδευτικός (Driver & Oldham, 1986). Οι αντιλήψεις των μαθητών έχουν μεγάλη ικανότητα για λογική προσαρμογή και συχνά εξελίσσονται έτσι ώστε να περιλαμβάνουν νέες εμπειρίες, ενώ την ίδια στιγμή παραμένουν θεμελιωδώς λανθασμένες από τη σκοπιά της φυσικής (Johnsua & Dupin, 1987).

Για τις απόψεις και τις ιδέες που αναπτύσσουν και κρατούν στο μυαλό τους οι μαθητές έχουν δοθεί μια σειρά από ονόματα, όπως εναλλακτικά πλαίσια, επιστήμη των παιδιών, εναλλακτικές αντιλήψεις και μίνι θεωρίες (Driver & Oldham, 1986). Σύμφωνα με τους

Driver & Easley (1978), χρησιμοποιείται επίσης μερικές φορές σε αυτό το πλαίσιο και ο όρος παρανόηση (misconception), με την σημασία μιας λανθασμένης ιδέας. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις όπου οι μαθητές έχουν διδαχθεί κάποιο επιστημονικό θέμα και το έχουν αφομοιώσει με λάθος τρόπο. Οι μαθητές για να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα που παρατηρούν γύρω τους, οδηγούνται σε εναλλακτικές ερμηνείες. Οι παρανοήσεις των μαθητών μπορεί να προκύψουν ή να ενισχυθούν και κατά τη διδασκαλία μιας έννοιας ή ενός φαινομένου και ενδεχομένως να έχουν ως αφετηρία τις προϋπάρχουσες ιδέες. Επομένως, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών δεν είναι απλώς λανθασμένες αντιλήψεις για τις οποίες αρκεί να ενημερωθούν οι μαθητές για την αντικατάστασή τους από τις σωστές, δηλαδή τις επιστημονικά αποδεκτές. Μπορούν να αποτελέσουν τη βάση και την αφετηρία για τη διδασκαλία των νέων εννοιών (Shipstone, 1984, Driver & Easley, 1978).

1.1.2 Οι παράγοντες που διαμορφώνουν τις ιδέες των παιδιών

Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που διαμορφώνουν τις ιδέες των παιδιών (Κόκκοτας κ.ά. 2002, όπως αναφέρει ο Ευαγγέλου, 2004). Αυτοί είναι:

- I) Το σχολικό περιβάλλον, το οποίο περιλαμβάνει τα σχολικά βιβλία, τα αναλυτικά προγράμματα και τις μεθόδους διδασκαλίας.
- II) Το οικογενειακό και το κοινωνικό περιβάλλον, δηλαδή οι ιδέες του άμεσου περιβάλλοντος, οι ιδέες των διδασκόντων, ο καθημερινός λόγος και τα μέσα μαζικής επικοινωνίας.
- III) Το πολιτισμικό περιβάλλον, δηλαδή οι αξίες, οι προκαταλήψεις, η πολιτισμική παράδοση, η γλώσσα, η εικονογράφηση των βιβλίων και των περιοδικών.
- IV) Το φυσικό περιβάλλον, όπως η υλικοτεχνική υποδομή, η τοποθεσία, οι κλιματολογικές συνθήκες και οι βιωματικές-αισθητηριακές εμπειρίες.
- V) Το τεχνολογικό περιβάλλον, όπως οι νέες τεχνολογίες και τα εποπτικά μέσα.

1.1.3 Κοινά χαρακτηριστικά των ιδεών

Υπάρχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά που εμφανίζουν οι ιδέες των μαθητών (Κώτσης, 2005). Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά, μπορούμε να κατατάξουμε τις ιδέες των μαθητών στις παρακάτω κατηγορίες:

- 1 . Η ανθρωποκεντρική άποψη, δηλαδή κάθε πράγμα ή φαινόμενο υπάρχει για να εξυπηρετεί τον άνθρωπο, π.χ. η βροχή υπάρχει για να ποτίζονται τα φυτά και να συντηρείται η ζωή.
- 2 . Η ανιμιστική άποψη, όπως π.χ. τα σύννεφα ιδρώνουν, τα άψυχα έχουν θέληση και κάνουν πράγματα προσχεδιασμένα.
- 3 . Τα μη ορατά δεν υπάρχουν, όπως π.χ. η ουσία που διαλύεται στον διαλύτη και δεν φαίνεται, παύει να υπάρχει.
- 4 . Η περιορισμένη εστίαση σε ένα εμφανές χαρακτηριστικό, για παράδειγμα το αν θα βρέξει, προσδιορίζεται από την θερμοκρασία και όχι από την πίεση.
- 5 . Η εστίαση της προσοχής σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις. Όπως π.χ. οι μαθητές εστιάζουν στην κίνηση των σωμάτων και όχι στην ισορροπία δυνάμεων.
- 6 . Ο γραμμικός αιτιακός συλλογισμός και όχι η αλληλεπίδραση. Οι μαθητές εστιάζουν στη σχέση δύναμης-κίνησης και όχι στην σχέση δράσης-αντίδρασης.
- 7 . Μη διαχωρισμός εννοιών, σύγχυση εννοιών π.χ. πίεση-δύναμη, μάζα-όγκος, χρήση του όρου ηλεκτρισμός ως συνώνυμο του ηλεκτρικού ρεύματος ή της ηλεκτρικής ενέργειας κ.λπ.

Για τις ιδέες των παιδιών ισχύουν τα εξής:

Δεν τροποποιούνται και δεν απορρίπτονται εύκολα.

Είναι προσωπικές, αλλά πολλές από αυτές είναι κοινές σε μαθητές από διάφορες χώρες.

Μπορούν να συνυπάρχουν χωρίς αντίφαση στο νου των μαθητών με άλλες επιστημονικές ιδέες.

Ομοιάζουν σε πολλές περιπτώσεις με τις ιδέες που είχαν οι επιστήμονες στο παρελθόν.

Δεν οφείλονται μόνο στην κακή πληροφόρηση.

Είναι επαρκείς και συγκροτούν τις γνωστικές δομές.

Οι μαθητές δεν κατέχουν ένα ενιαίο μοντέλο που να ενοποιεί μια κατηγορία φαινομένων.

1.1.4 Η σημασία των ιδεών

Οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών για τα φαινόμενα λειτουργούν ως "ερμηνευτικό πλέγμα" για αυτό που παρατηρούν, οδηγώντας τους σε συμπεράσματα διαφορετικά από αυτά που οι εκπαιδευτικοί ελπίζουν να καθορίσουν. Κάθε πείραμα μπορεί να επανερμηνευτεί στο πλαίσιο της αντίληψης των μαθητών και η αντίληψη αυτή είναι ικανή να αφομοιώσει πολύ περισσότερα νέα δεδομένα από όσα γενικά θεωρούνται δυνατά (Johsua & Dupin, 1987).

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών έχουν μεγάλη σημασία στην διαδικασία της μάθησης, διότι ο τρόπος με τον οποίον οι μαθητές παρατηρούν και εξηγούν τα διάφορα γεγονότα και φαινόμενα, σχετίζεται με τις ιδέες αυτές. Για τον λόγο αυτόν διαμορφώθηκε η άποψη ότι οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους υπευθύνους που διαμορφώνουν τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών, αλλά και από τους εκπαιδευτικούς που είναι επιφορτισμένοι με το διδακτικό έργο και αλληλεπιδρούν συνεχώς με τους μαθητές (Driver & Easley, 1978, Viennot, 1979).

Στην περίπτωση όπου οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών δεν ληφθούν υπόψη από τους εκπαιδευτικούς στο σχεδιασμό κατάλληλων διδακτικών έργων, οι μαθητές μετά την διδασκαλία θα βρίσκονται σε μια από τις παρακάτω πέντε καταστάσεις (Gilbert, Osborne, & Fensham, 1982, Shipstone, 1984, Baxter, 1991):

α) Οι προϋπάρχουσες ιδέες παραμένουν αναλλοίωτες: Οι μαθητές μετά την διδασκαλία εξακολουθούν να διατηρούν τις αρχικές τους ιδέες, παρότι μπορεί να χρησιμοποιούν πιο τεχνική ορολογία και να δίνουν την εντύπωση ότι έχουν μάθει καινούρια πράγματα.

β) Οι προϋπάρχουσες και οι επιστημονικές ιδέες συνυπάρχουν: Οι μαθητές διατηρούν τις αρχικές ιδέες τους, παράλληλα όμως μαθαίνουν την επιστημονική άποψη και την χρησιμοποιούν μόνο στις διαδικασίες του σχολείου, όπως είναι οι εξετάσεις, αλλά δεν την συνδέουν με τα φαινόμενα και τις καταστάσεις της καθημερινής ζωής.

γ) Η διδασκαλία ενισχύει τις παρανοήσεις τους: Οι αρχικές παρανοήσεις των μαθητών ενισχύονται από την διδασκαλία, αντί να αντικαθίστανται από την επιστημονική θεώρηση.

δ) Οι προϋπάρχουσες επιστημονικές απόψεις είναι συγκεχυμένες: Συχνά οι μαθητές δεν διαχωρίζουν τις επιστημονικές γνώσεις από τις εναλλακτικές τους ιδέες, και τις χρησιμοποιούν χωρίς συνέπεια.

ε) Οι επιστημονικές έννοιες έχουν επικρατήσει: Οι μαθητές έχουν αντικαταστήσει τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις με τις επιστημονικές, δηλαδή έχουν πετύχει τον στόχο της μαθησιακής διαδικασίας.

1.1.5 Αρχές της εποικοδομητικής υπόθεσης για τη μάθηση

Ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτό που ο μαθητής ήδη γνωρίζει. Εξακρίβωσέ το και δίδαξε τον σύμφωνα με αυτό (Ausbel, 1968, όπως αναφέρει ο Κώτσης, 2006).

Από την έρευνα των Driver & Bell (1986) προκύπτουν τα εξής:

α) Τα μαθησιακά αποτελέσματα δεν εξαρτώνται μόνο από το μαθησιακό περιβάλλον, αλλά και από αυτά που ήδη γνωρίζει ο μαθητής, δηλαδή από τις προϋπάρχουσες ιδέες του μαθητή. Αυτό συμβαίνει διότι ο μαθητής πριν ακόμη διδαχτεί οτιδήποτε στο σχολείο, έχει σχηματίσει μια άποψη για τον κόσμο που τον περιβάλλει και για τα φαινόμενα που συντελούνται γύρω του. Ο εκπαιδευτικός όταν ξεκινήσει το μάθημά του θα πρέπει να λάβει υπόψη του τις πρώιμες αυτές αντιλήψεις του μαθητή, οι οποίες επηρεάζουν την μαθησιακή διαδικασία, ανεξάρτητα από το αν είναι ορθές ή εσφαλμένες.

β) Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών είναι κοινές. Οι μαθητές έχουν παρόμοιες προϋπάρχουσες ιδέες για έννοιες των φυσικών επιστημών, οι οποίες δύσκολα μεταβάλλονται ακόμη και μετά την διδασκαλία του αντίστοιχου θέματος στο σχολείο.

γ) Η μάθηση προϋποθέτει οικοδόμηση των εννοιών. Οι μαθητές οικοδομούν τη νέα γνώση κατά την αλληλεπίδραση ανάμεσα σε αυτά που γνωρίζουν ήδη και σε αυτά που προσλαμβάνουν από το σχολείο και από τη μελέτη των βιβλίων τους. Σε πολλές περιπτώσεις οι προϋπάρχουσες ιδέες συγκρούονται με τις γνώσεις που διδάσκεται ο μαθητής.

δ) Η οικοδόμηση της νέας γνώσης είναι μια συνεχής ενεργητική διαδικασία, όπου οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά, ώστε να δημιουργούν δεσμούς μεταξύ των αρχικών ιδεών και των νέων εννοιών. Ο μαθητής συνεχώς δημιουργεί δεσμούς ανάμεσα σε αυτά που ξέρει αρχικά και σε αυτά που διδάσκεται.

ε) Οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για την δική τους μάθηση. Σε μια ενεργητική μάθηση ο μαθητής δεν πρέπει να περιμένει ετοιμοπαράδοτες λύσεις στην μαθησιακή διαδικασία. Συμμετέχει και ο ίδιος στην αναζήτηση της γνώσης και έχει μερίδιο ευθύνης για το τελικό μαθησιακό αποτέλεσμα.

στ) Η εποικοδόμηση της γνώσης είναι μια προσπάθεια εννοιολογικής αλλαγής. Η μάθηση είναι δυνατόν να προκαλέσει αλλαγές στις αντιλήψεις κάποιων εννοιών. Δηλαδή ο μαθητής δεν αρκεί να προσθέσει γνώσεις σε αυτές που ήδη έχει για κάποια έννοια, αλλά μπορεί να χρειαστεί να πραγματοποιήσει αλλαγές στην αντίληψη που έχει για την έννοια αυτή. Η εποικοδόμηση των εννοιών είναι δυνατόν να συντελείται μέσα από την αποδοχή ή την απόρριψη εννοιών που προϋπάρχουν. Με τον τρόπο αυτόν οι μαθητές προσεγγίζουν τον τρόπο σκέψης και τη μεθοδολογία των επιστημόνων, προκειμένου να τεκμηριώσουν τα συμπεράσματά τους και εξοικειώνονται έτσι με την επιστημονική μεθοδολογία.

1.1.6 Οι φάσεις του εποικοδομητικού μοντέλου

Οι Driver & Oldham (1986) πρότειναν το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, προκειμένου να αξιοποιηθούν οι αρχικές ιδέες των μαθητών για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης, το οποίο περιλαμβάνει τις παρακάτω φάσεις:

(1) Φάση προσανατολισμού

Είναι το ξεκίνημα του μαθήματος και ο εκπαιδευτικός πρέπει να προκαλέσει το ενδιαφέρον και την περιέργεια του μαθητή.

(2) Φάση ανάδειξης ιδεών των μαθητών

Οι μαθητές εξωτερικεύουν τις ιδέες τους που δημιουργήθηκαν στη φάση του προσανατολισμού. Ο εκπαιδευτικός παρακολουθεί τις σκέψεις των μαθητών και πραγματοποιεί νέες ερωτήσεις, ώστε να αναπτυχθεί ένας ευρύς διάλογος και να εκφραστούν όσο γίνεται περισσότεροι μαθητές.

(3) Φάση αναδόμησης των ιδεών των μαθητών

Οι μαθητές καλούνται στη φάση αυτή να ελέγξουν τις ιδέες τους και αυτό πρέπει να γίνει εκτελώντας κατάλληλα επιλεγμένα πειράματα που θα οδηγήσουν στην επιβεβαίωση ή τη διάψευση των ισχυρισμών που διατυπώθηκαν στην προηγούμενη φάση. Αν οι ιδέες που διατυπώθηκαν είναι ανεπαρκείς για την ερμηνεία του πειραματικού αποτελέσματος, οι μαθητές θα πρέπει να οδηγηθούν σε αδιέξοδο και στα πλαίσια μιας ανακαλυπτικής προσέγγισης, να νιώσουν την ανάγκη για μια εννοιολογική αλλαγή.

(4) Φάση εφαρμογής

Στη φάση αυτή οι μαθητές πρέπει να μπορέσουν να εφαρμόσουν τις νέες ιδέες και να ερμηνεύσουν φαινόμενα που δεν μπορούσαν πριν να τα ερμηνεύσουν. Με τον τρόπο αυτόν επιβεβαιώνεται η ανάγκη για τη μετάβαση στις νέες ιδέες και γίνεται εμφανής η λειτουργικότητά τους.

(5) Φάση ανασκόπησης

Στην τελική αυτή φάση οι μαθητές καλούνται να αντιπαραβάλλουν τις αρχικές με τις νέες απόψεις και να τις συγκρίνουν, ώστε να συνειδητοποιήσουν τη γνωστική πορεία που έχει συντελεστεί.

Το κύριο χαρακτηριστικό του εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας είναι η διδακτική αξιοποίηση των αρχικών ιδεών των μαθητών για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης. Στην υπόθεση της εποικοδόμησης της γνώσης κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι ιδέες των μαθητών. Το εποικοδομητικό μοντέλο μπορεί να εφαρμοστεί μόνο αν ληφθούν σοβαρά υπόψη οι αρχικές ιδέες των μαθητών. Με τον τρόπο αυτό συμβάλλει στον επιστημονικό εγγραμματισμό, ο οποίος είναι ένα βασικό ζητούμενο στην σύγχρονη εκπαίδευση.

1.1.7 Επιστημονικός εγγραμματισμός

Σύμφωνα με το πλαίσιο αξιολόγησης του Προγράμματος PISA 2006 (Bybee, McCrae & Laurie, 2009), επιστημονικός εγγραμματισμός είναι η επιστημονική γνώση που έχει το άτομο, μαζί με την ικανότητά του να χρησιμοποιεί τη γνώση αυτή για να αναγνωρίζει ερωτήματα, να αποκτά νέα γνώση, να εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο και να βγάζει συμπεράσματα που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα, η ικανότητα να κατανοεί την επιστήμη ως μορφή ανθρώπινης γνώσης και έρευνας, η ενημερότητα για το πώς οι φυσικές επιστήμες και η τεχνολογία διαμορφώνουν το υλικό, πνευματικό και πολιτισμικό περιβάλλον μας, η προθυμία να εμπλέκεται με ζητήματα και έννοιες σχετικά με τις φυσικές επιστήμες, ως σκεπτόμενος πολίτης.

Μολονότι μπορεί να διατυπωθούν διάφοροι ορισμοί για τον επιστημονικό εγγραμματισμό, βασικό προαπαιτούμενο για την ύπαρξή του είναι η ικανότητα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η επιστημονική γνώση που έχει αποκτήσει ένα άτομο, για την επίτευξη κάποιου αποτελέσματος.

1.2 Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών στα ηλεκτρικά κυκλώματα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι κυριότερες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αναφορικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα συνεχούς ρεύματος, όπως έχουν καταγραφεί σε προγενέστερες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί. Οι εναλλακτικές ιδέες σχετικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα επηρεάζουν την ικανότητα του μαθητή να αντιλαμβάνεται σωστά τι ακριβώς απεικονίζει μια σχηματική αναπαράσταση ενός κυκλώματος, ή να σχεδιάζει σωστά μια αναπαράσταση κυκλώματος όταν βλέπει ένα πραγματικό ηλεκτρικό κύκλωμα. Οι σχηματικές αναπαραστάσεις των ηλεκτρικών κυκλωμάτων είναι βασικό στοιχείο στη μελέτη του ηλεκτρισμού, γιατί κατά κανόνα όταν μελετάται ένα θέμα του ηλεκτρισμού, ο μαθητής βλέπει μια σχηματική απεικόνιση και όχι ένα πραγματικό κύκλωμα.

1.2.1 Οι σημαντικότερες εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για τα ηλεκτρικά κυκλώματα

1) Το μονοπολικό μοντέλο ρεύματος

Στο μονοπολικό μοντέλο (sink model) οι μαθητές πιστεύουν ότι αρκεί μόνο ένα καλώδιο συνδεδεμένο σε μπαταρία, για να λειτουργήσει το κύκλωμα (Chambers & Andre, 1997, McDermott & Shaffer, 1992).

Ο μαθητής είναι πιθανό να έχει στο νου του την εικόνα ενός κυκλώματος όπου μια κανάτα γεμίζει με νερό από μια δεξαμενή, η οποία διαθέτει μια μάνικα. Έτσι θεωρεί ότι για να ανάψει ο λαμπτήρας είναι αρκετό να συνδεθεί με τον έναν πόλο της μπαταρίας (Brown, Slater & Adams, 1998). Η έρευνα αποκαλύπτει ότι οι μαθητές βλέπουν τα διαγράμματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων ως ένα σύστημα σωλήνων εντός του οποίου ρέει ένα ρευστό που αναφέρεται ως ηλεκτρισμός (Engelhardt & Beichner, 2004).

Αυτή η εναλλακτική αντίληψη συναντάται ακόμη και σε εκπαιδευτικούς, όπως φαίνεται στην έρευνα των Heller & Finley (1992). Οι δάσκαλοι θεωρούσαν ότι η μπαταρία είναι η πηγή του ρεύματος, οπότε οι αγωγοί στο κύκλωμα είναι αρχικά άδειοι από το «υλικό» που ρέει μέσα από αυτούς.

Οι μαθητές σε κάποιες περιπτώσεις, με αφετηρία την ηλεκτροστατική, δείχνουν μια τάση να εξετάζουν κάθε άκρο της μπαταρίας από μόνο του και να θεωρούν ότι έχει

συγκεντρωμένο φορτίο. Αυτή η θεώρηση καθιστά δύσκολη τη διάκριση μεταξύ ενός ανοιχτού και ενός κλειστού κυκλώματος (Benseghir & Closset, 1996).

Σε έρευνα στην Τουρκία, όπου πήραν μέρος μαθητές και φοιτητές, οι μαθητές στην ηλικιακή ομάδα των 11 ετών, συνέδεσαν γενικά τους λαμπτήρες και την μπαταρία μόνο με ένα καλώδιο. Αυτή η κατάσταση μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της εμπειρίας από την καθημερινή ζωή, όπου οι ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται στην πρίζα με ένα καλώδιο (Cepni & Keleş, 2006).

2) Το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, το ρεύμα ξεκινάει και από τους δύο πόλους της πηγής και εξαντλείται μέσα στα στοιχεία του κυκλώματος. Στο μοντέλο αυτό θεωρείται ότι υπάρχουν δύο αντίθετης κατεύθυνσης ρεύματα, τα οποία συγκρούονται (Shipstone, 1984, Chambers & Andre, 1997). Πολλοί μαθητές ακολουθούν το μοντέλο αυτό ως προέκταση του μονοπολικού. Πιστεύουν ότι ένας λαμπτήρας θα ανάψει εάν συνδεθεί στον έναν πόλο μιας πηγής με ένα καλώδιο και η προσθήκη ενός δεύτερου καλωδίου που τον συνδέει με τον δεύτερο πόλο, απλώς τον προμηθεύει με περισσότερο ρεύμα (Wainwright, 2007).

3) Το μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος

Στο μοντέλο αυτό, το ρεύμα ρέει προς μία κατεύθυνση στο κύκλωμα και εξασθενεί σταδιακά καθώς προχωρά, έτσι ώστε τα μεταγενέστερα στοιχεία του κυκλώματος να λαμβάνουν λιγότερο ρεύμα. Οι λαμπτήρες που βρίσκονται πιο μακριά κατά μήκος του κυκλώματος θα είναι λιγότερο φωτεινοί. Οι μαθητές πιστεύουν ότι επιστρέφει λιγότερο ρεύμα στην μπαταρία. Νομίζουν ότι κάθε συσκευή καταναλώνει μέρος του ρεύματος που διέρχεται από αυτήν (Chambers & Andre, 1997, Shipstone, 1984, Shipstone, 1988). Η ιδέα ότι το ρεύμα καταναλώνεται, είναι μια από τις κύριες παρανοήσεις των μαθητών στα κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος (Engelhardt & Beichner, 2004).

4) Το μεριστικό μοντέλο

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό το ρεύμα θεωρείται ότι διανέμεται εξίσου στα στοιχεία του κυκλώματος, αλλά δεν επιστρέφει όλο στην πηγή. Δηλαδή το ρεύμα θεωρείται ότι καταναλώνεται και δεν διατηρείται (Shipstone, 1984, Chambers & Andre, 1997, Κολτσάκης & Πιερράτος, 2006).

5) Το μοντέλο διαχωρισμού του ρεύματος στις διακλαδώσεις

Στο μοντέλο αυτό θεωρείται ότι το ρεύμα διαιρείται σε δύο ίσα μέρη σε κάθε διακλάδωση, ανεξάρτητα από το τι συμβαίνει σε άλλα σημεία του κυκλώματος. Έτσι αν έχουμε δύο κλάδους με άνισες αντιστάσεις, συνδεδεμένους παράλληλα στην ίδια πηγή, οι μαθητές θεωρούν ότι το ρεύμα έχει την ίδια τιμή και στους δύο κλάδους (Shipstone, 1988, Engelhardt & Beichner, 2004).

6) Τοπική θεώρηση του κυκλώματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα επηρεάζεται διαδοχικά από κάθε στοιχείο του κυκλώματος, εφόσον περάσει από αυτό, αλλά όχι πριν. Η πληροφορία για κάθε μεταβολή του ηλεκτρικού ρεύματος «ταξιδεύει» μαζί με το ρεύμα και κατά τη φορά του. Έτσι, η φωτοβολία μιας λάμπας επηρεάζεται μόνο από τη μεταβολή της αντίστασης που βρίσκεται «πριν» από τη λάμπα, αλλά όχι από τη μεταβολή της αντίστασης που βρίσκεται «μετά» (Κολτσάκης & Πιερράτος, 2006).

Σε έρευνα των Παρασκευά & Αλιμήση (2007), η οποία πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου, προέκυψε ότι οι μαθητές πιστεύουν ότι μια αλλαγή σε κάποιο σημείο του κυκλώματος συνεπάγεται αλλαγές μόνο μετά από το σημείο αυτό κατά τη φορά του ρεύματος και όχι στο σύνολο του κυκλώματος. Η διδασκαλία που προηγήθηκε δεν φαίνεται να κατόρθωσε την τροποποίηση της αντίληψης αυτής των μαθητών, ώστε να αντιμετωπίζουν το ηλεκτρικό κύκλωμα ως ένα σύστημα στο οποίο η οποιαδήποτε αλλαγή σε ένα σημείο του έχει ως αποτέλεσμα την ταυτόχρονη αλλαγή σε όλα τα σημεία του.

Όταν κάθε τμήμα του κυκλώματος εξετάζεται ξεχωριστά, οι μαθητές δεν λαμβάνουν υπόψη τι συμβαίνει σε άλλα σημεία του κυκλώματος. Έτσι έχουν δυσκολία να αντιληφθούν ότι μια αλλαγή σε ένα σημείο του κυκλώματος επιφέρει αλλαγές σε ολόκληρο το κύκλωμα (Cohen, Eylon & Ganiel, 1983, Shipstone, 1984, Heller & Finley, 1992).

7) Απόσταση από την πηγή

Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό οι μαθητές πιστεύουν ότι όσο πιο μακριά είναι ο λαμπτήρας από τη μπαταρία, τόσο μικρότερη είναι η φωτοβολία του (Heller & Finley, 1992).

8) Το βραχυκύκλωμα

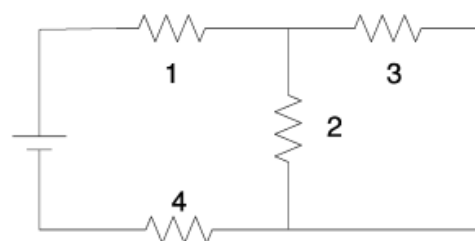
Στην περίπτωση αυτή, ένα σύρμα ανάμεσα σε δύο σημεία ενός κυκλώματος μπορεί να αγνοηθεί. εάν δεν περιλαμβάνει επάνω του κάποιο στοιχείο, π.χ. κάποια αντίσταση ή πηγή (Fredette & Lockhead, 1980). Στην έρευνα των Engelhardt & Beichner (2004), οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να προσδιορίσουν εάν ένα κύκλωμα λειτουργούσε ή όχι, κυρίως σε περιπτώσεις κυκλωμάτων που περιείχαν βραχυκυκλώματα.

Είναι χαρακτηριστικό ότι η αντίληψη των μαθητών για το βραχυκύκλωμα συνδέεται κυρίως, συνειδητά ή ασυνείδητα, με τον όρο βραχυκύκλωμα που χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή, για να περιγράψει γενικά τις βλάβες στις ηλεκτρικές οικιακές συσκευές. Αυτό δείχνει ότι οι παρανοήσεις των μαθητών προκύπτουν από την πραγματοποίηση υπερβολικών γενικεύσεων, δηλαδή τείνουν να συνδέουν την έννοια του βραχυκυκλώματος με την αποτυχία στη λειτουργία μιας συσκευής. Σε άλλες περιπτώσεις ένα βραχυκύκλωμα θεωρείται μια περίπτωση υπερβολικού ρεύματος, χωρίς αναφορά στην αιτία που το προκαλεί. (Önder, Şenyiğit & Silay, 2017).

9) Συνδεσμολογία αντιστάσεων και ολική αντίσταση

Πολλές φορές οι μαθητές υπολογίζουν την ολική αντίσταση σε σύστημα αντιστάσεων προσθέτοντας τις επιμέρους αντιστάσεις, χωρίς να εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται (Cohen et al., 1983, Chambers & Andre, 1997). Έτσι προκύπτει ότι η ολική αντίσταση σε ένα σύστημα αντιστάσεων είναι μεγαλύτερη, όσο περισσότερες είναι οι αντιστάσεις, ανεξάρτητα από το πώς είναι συνδεδεμένες (McDermott & Schaffer, 1992).

Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να θεωρηθεί ότι σύνδεση σε σειρά σημαίνει ότι οι αντιστάσεις στο κύκλωμα είναι στην ίδια ευθεία. Για παράδειγμα πολλοί μαθητές θεωρούν ότι οι αντιστάσεις 1 και 3, στο κύκλωμα του **Σχήματος 1.1**, είναι συνδεδεμένες σε σειρά.



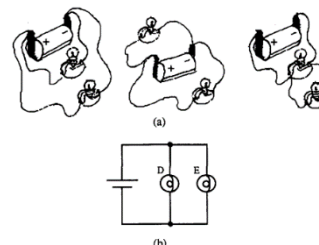
Σχήμα 1.1 Σύστημα αντιστάσεων, από: Smaill, Rowe, Godfrey & Paton (2012)

Σε άλλες περιπτώσεις δεν γίνεται αντιληπτή η έννοια της ηλεκτρικής παραλληλίας, η οποία συγγέεται με την γεωμετρική παραλληλία. Η παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων είναι μια πιο αφηρημένη έννοια που σχετίζεται με την τοπολογία του κυκλώματος και δεν ταυτίζεται με τη γεωμετρική σημασία της παραλληλίας. Έτσι κάποιοι μαθητές δεν μπορούν

να αναγνωρίσουν ότι οι αντιστάτες 2 και 3 στο κύκλωμα του **Σχήματος 1.1** είναι συνδεδεμένοι παράλληλα (McDermott και Schaffer, 1992, Smaill, Rowe, Godfrey & Paton, 2012, Σταύρου, 2017).

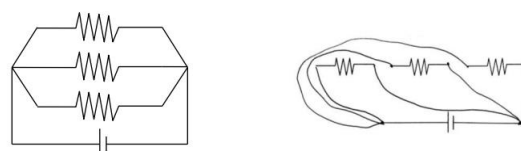
10) Σχέση σχηματικού διαγράμματος με το πραγματικό κύκλωμα

Με παρόμοιο τρόπο οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι στα τρία κυκλώματα στο (a) του **Σχήματος 1.2** έχουμε την ίδια παράλληλη σύνδεση των δύο λαμπτήρων, η οποία απεικονίζεται στο διάγραμμα (b) (McDermott & Shaffer, 1992).



Σχήμα 1.2, από: McDermott & Shaffer (1992)

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πανεπιστήμια της Ινδονησίας, σε φοιτητές υποψήφιους καθηγητές Φυσικών Επιστημών, προκύπτει ότι μόνο το 17% έχει σωστή αντίληψη για την παράλληλη



Σχήμα 1.3 Από: Widodo et al. (2018)

σύνδεση αντιστάσεων, το υπόλοιπο τείνει να έχει λανθασμένη αντίληψη, όταν η εικόνα του κυκλώματος εξαρτάται από το πώς τοποθετούνται οι αντιστάσεις μεταξύ τους. Το τυπικό σχέδιο των παράλληλων κυκλωμάτων στα βιβλία φαίνεται να κάνει τους φοιτητές να μην αναγνωρίζουν την παράλληλη σύνδεση στο πραγματικό κύκλωμα, όπως φαίνεται στις απεικονίσεις. (a) και (b) στο **Σχήμα 1.3** (Widodo, Rosdiana, Fauziah & Suryanti, 2018).

Οι Μίχας και Αγγελίδης (1999) σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε φοιτητές των Παιδαγωγικών τμημάτων και σε δασκάλους, διαπίστωσαν δυσκολία στο να αναγνωρίζουν ότι ένα διάγραμμα κυκλώματος αναπαριστά μόνο ηλεκτρικά στοιχεία και συνδέσεις και όχι φυσικές ή χωρικές σχέσεις. Είναι επομένως βαθιά ριζωμένες οι αντιλήψεις για τα τετραγωνισμένα – κανονικά σχήματα των κυκλωμάτων που περιέχονται στα σχήματα των βιβλίων στο σχηματισμό πραγματικών κυκλωμάτων. φοιτητές των Παιδαγωγικών τμημάτων και έτσι υπάρχει δυσκολία στην μετάβαση από το σχήμα στο πραγματικό κύκλωμα.

Οι φυσικοί χρησιμοποιούν σχηματικά διαγράμματα για να αναπαραστήσουν στοιχεία κυκλώματος και να εξετάσουν τη συμπεριφορά τους. Το να αναγνωρίσουν οι μαθητές τι

αντιπροσωπεύουν αυτά τα διαγράμματα είναι μια σημαντική πτυχή της κατανόησης των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Στην έρευνα των Engelhardt & Beichner (2004), οι μαθητές μπόρεσαν να περάσουν από μια ρεαλιστική αναπαράσταση ενός κυκλώματος στο σχηματικό διάγραμμα, αλλά είχαν μεγαλύτερη δυσκολία στον εντοπισμό του σωστού σχηματικού διαγράμματος από μια περιγραφή του κυκλώματος ή να προσδιορίσουν τη σωστή ρεαλιστική αναπαράσταση ενός κυκλώματος από ένα σχηματικό διάγραμμα.

11) Η μπαταρία ως πηγή σταθερού ρεύματος

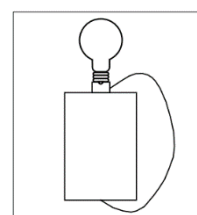
Η μπαταρία θεωρείται από τους μαθητές ως συσκευή που παρέχει σταθερό «ρεύμα» στο κύκλωμα, παρά ως ένα στοιχείο που διατηρεί σταθερή τάση στα άκρα της (Cohen et al., 1983, Psillos, Tiberghien & Koumaras, 1988, Engelhardt & Beichner, 2004). Η άποψη αυτή συναντάται και σε εκπαιδευτικούς. (Heller & Finley, 1992, Κώτσης & Κοτσίνας, 2011).

Στην έρευνα των Dupin & Johsua (1987) καταγράφεται ότι όταν ο μαθητής κατανοεί ότι το ρεύμα έχει μια σταθερή τιμή στο κύκλωμα και δεν καταναλώνεται, στη συνέχεια γενικεύει το συμπέρασμα αυτό με λάθος τρόπο και η ηλεκτρική πηγή θεωρείται ότι δίνει σταθερό ρεύμα, ανεξάρτητα από το κύκλωμα στο οποίο συνδέεται. Η αναπαράσταση της πηγής ως γεννήτριας σταθερού ρεύματος είναι πράγματι ένα σημαντικό εμπόδιο στην κατανόηση της λειτουργίας ενός κυκλώματος. Η διαφορά δυναμικού παραμένει μια μυστηριώδης έννοια, η οποία αντιμετωπίζεται ως μη λειτουργική και το αποτέλεσμα είναι η κυριαρχία της έννοιας του ρεύματος στην αιτιολόγηση, σε όλα τα επίπεδα.

12) Λανθασμένη συνδεσμολογία πηγής και λαμπτήρα

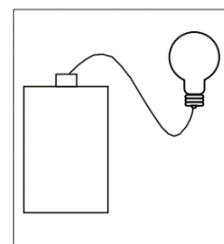
Οι μαθητές δεν καταφέρνουν να συνδέσουν σωστά ένα λαμπτήρα με μια μπαταρία, ώστε να ανάβει. Στην κοινότητα των εκπαιδευτικών της φυσικής έγινε φανερό ότι, στην καλύτερη περίπτωση, μόνο οι μισοί από όλους τους μαθητές μπορούν να ανάψουν επιτυχώς ένα λαμπτήρα με μια μπαταρία και ένα σύρμα (Brown, Slater & Adams, 1998). Παρατηρούνται δύο λανθασμένες συνδεσμολογίες στην προσπάθεια των μαθητών να συνδέσουν το λαμπτήρα στην πηγή:

1 . Συνδέουν το ίδιο σύρμα στους δύο πόλους της πηγής και πραγματοποιούν βραχυκύκλωμα (**Σχήμα 1.4**). Στην περίπτωση αυτή έχουν τουλάχιστον την αίσθηση ότι η σύνδεση πρέπει να γίνει στο θετικό και στο αρνητικό άκρο, δηλαδή και στα δύο άκρα της πηγής. Επομένως υπάρχει αναγνώριση της ανάγκης για ένα κλειστό κύκλωμα.



Σχήμα 1.4, από: Brown, Slater & Adams (1998)

2 . Συνδέουν το ένα άκρο του λαμπτήρα με τον έναν πόλο της μπαταρίας (Μέθοδος του ανοικτού κυκλώματος, **Σχήμα 1.5**). Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα πιο σοβαρό λάθος. Απουσιάζει η ιδέα ενός κλειστού κυκλώματος. Ο μαθητής είναι πιθανό να έχει στο νου του την εικόνα ενός κυκλώματος όπου μια κανάτα γεμίζει με νερό από μια δεξαμενή, η οποία διαθέτει μια μάνικα.



Σχήμα 1.5, από: Brown, Slater & Adams (1998)

13) Σύνδεση πηγών

Οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι η παράλληλη σύνδεση πηγών οδηγεί σε διπλασιασμό του ρεύματος, σε σύγκριση με μία πηγή (Psillos et al., 1988). Πολλές φορές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι εάν μια μπαταρία κάνει ένα λαμπτήρα να φωτοβολεί με μια ορισμένη φωτεινότητα, τότε δύο μπαταρίες θα έκαναν τον ίδιο λαμπτήρα να φωτοβολεί με διπλάσια φωτεινότητα, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται στο κύκλωμα (Engelhardt & Beichner, 2004).

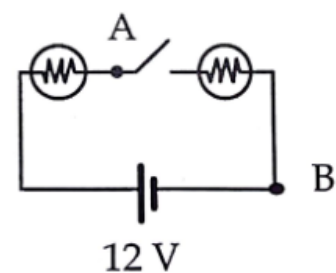
14) Διαφορά δυναμικού και ρεύμα σε απλά ηλεκτρικά κυκλώματα

Οι μαθητές χρησιμοποιούν γενικά την έννοια του ρεύματος περισσότερο από την έννοια της διαφοράς δυναμικού, δηλαδή της τάσης. Ένας λόγος είναι ότι οι περισσότεροι μαθητές έχουν μελετήσει κυκλώματα σε μικρές ηλικίες, όπου δίνεται έμφαση στο ρεύμα, το οποίο είναι πιο συγκεκριμένο και διαισθητικά πιο αποδεκτό από την τάση. Το γεγονός ότι δεν τονίζεται η τάση ως αιτία για το ρεύμα είναι ένας άλλος λόγος που οδηγεί στην έλλειψη οικειότητας με την τάση. Έτσι το ρεύμα χρησιμοποιείται από τους μαθητές ως πρωταρχική έννοια, ενώ η διαφορά δυναμικού θεωρείται ως αποτέλεσμα της ροής του ρεύματος και όχι ως αίτιο.

Η σειρά εισαγωγής των δύο εννοιών είναι ένας άλλος παράγοντας. Το ρεύμα γενικά εισάγεται πρώτο και μπορεί να παραμείνει η κεντρική ιδέα στο μυαλό των μαθητών. (Cohen et al., 1983). Επίσης υπάρχει συγκεχυμένη στο μυαλό των μεγαλύτερων μαθητών η έννοια «τάση» την οποία επικαλούνται για να απαντήσουν, γεγονός που υποδεικνύει ότι τη συγκεκριμένη έννοια απλά την έχουν διδαχτεί, αλλά ποτέ δεν την κατάλαβαν (Κολτσάκης & Πιερράτος, 2006).

Υπάρχει διαφορά στις θέσεις που υποστηρίζουν οι διάφοροι ερευνητές για τη σειρά διδασκαλίας των εννοιών ρεύμα και τάση. Οι McDermott και Shaffer (1992) για παράδειγμα χρησιμοποιούν τις απόψεις που έχουν διαμορφωθεί σε σχέση με τη χρήση των μοντέλων, των αναλογιών και των μεταφορών για να υποστηρίξουν ότι το ρεύμα και όχι η διαφορά δυναμικού ή η ενέργεια θα πρέπει να διδαχθεί αρχικά σε ένα αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας του ηλεκτρισμού. Οι Psillos et al. (1988) υποστηρίζουν το αντίθετο, δηλαδή να εισάγεται αρχικά η τάση και όχι το ρεύμα. Η τάση μπορεί να θεωρηθεί ως ιδιότητα μιας μπαταρίας, δηλαδή, είναι μια μεταβλητή που περιγράφει την κατάσταση της μπαταρίας. Η έννοια του ρεύματος είναι ευκολότερη από την έννοια της διαφοράς δυναμικού. Οι αντιλήψεις για το ηλεκτρικό ρεύμα των μαθητών και των μη ειδικών δεν απέχουν πολύ από την επιστημονική άποψη. Η διαφορά δυναμικού όμως είναι η αιτία του ηλεκτρικού ρεύματος, δηλαδή η αιτία της κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων στον αγωγό, προκειμένου να αντικατασταθούν τα ηλεκτρόνια που λείπουν στον θετικό ακροδέκτη της μπαταρίας (Liégeois & Mullet, 2002).

Σε έρευνα των Engelhardt και Beichner το 2004 το μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών και φοιτητών στις ΗΠΑ, όταν ρωτήθηκε για τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B στο κύκλωμα του **Σχήματος 1.6**, απάντησε ότι θα είναι μηδέν.



Σχήμα 1.6, από: Engelhardt και Beichner (2004)

Στην περίπτωση ενός ανοιχτού κυκλώματος, οι μαθητές δεν κατανοούν ότι η μία μεταβλητή (ρεύμα) είναι μηδέν, ενώ η άλλη (τάση) μπορεί να είναι μη μηδενική (Psillos et al., 1988).

Ο νόμος του Ohm εξάλλου δηλώνει ότι η ένταση του ρεύματος είναι ανάλογη της τάσης, επιβεβαιώνοντας έτσι την εσφαλμένη αντίληψη ότι το ρεύμα και η τάση είναι παρόμοια. Έχει μεγάλη πρακτική σημασία, παρόλο που, εννοιολογικά, αντιπροσωπεύει μόνο τη συγκεκριμένη περίπτωση της συμπεριφοράς μιας αντίστασης. και δεν ισχύει για διακόπτες, λαμπτήρες, πυκνωτές, πηγές ρεύματος, τρανζίστορ, διόδους κ.λπ. Η διδασκαλία του σε πρώιμο στάδιο, μπορεί να δυσκολέψει τη διάκριση ανάμεσα στο ρεύμα και την τάση (Métiouli, Brassard, Levasseur & Lavoie, 1996).

Ένα αξιοσημείωτο αποτέλεσμα της έρευνας των Hussain, Latiff, & Yahaya (2012) σε πρωτοετείς φοιτητές ηλεκτρολόγων μηχανικών, καθώς και των Setyani, Suparmi, Sarwanto

& Handhika (2017) σε φοιτητές φυσικής, είναι η εναλλακτική αντίληψη ότι σε ένα τμήμα ενός κυκλώματος, όταν δεν υπάρχει ρεύμα, δεν υπάρχει ούτε τάση και επομένως ούτε αντίσταση. Αυτές η αντίληψη βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο νόμο του Ohm όπου οι φοιτητές θεωρούν το ρεύμα ως την πρωταρχική έννοια.

15) Χρήση των εννοιών: ενέργεια, ισχύς, φορτίο, ρεύμα, ηλεκτρισμός στη μελέτη ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Πολλές φορές οι μαθητές χρησιμοποιούν ορισμένους όρους χωρίς διάκριση και χωρίς να γνωρίζουν τον ακριβή ορισμό του κάθε όρου. Το γεγονός αυτό μπορεί να συνδέεται με εναλλακτικές ιδέες και να ενισχύει τη σύγχυση ορισμένων εννοιών. Σε πολλές περιπτώσεις που αφορούν στα ηλεκτρικά κυκλώματα οι μαθητές χρησιμοποιούν τους όρους «ενέργεια» ή «ρεύμα» με την έννοια ότι είναι κάτι που κινείται, αποθηκεύεται ή καταναλώνεται (Psillos et al., 1988). Από συνεντεύξεις μαθητών σε έρευνα των Κολτσάκη και Πιερράτου (2006), έγινε φανερό ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν σε πολλές περιπτώσεις περίπου ως συνώνυμες τις έννοιες «ηλεκτρισμός», «ηλεκτρικό ρεύμα» και «ενέργεια». Παρατηρήθηκε επίσης σε έρευνα των Turgut, Gürbüz & Turgut (2011) ότι οι μαθητές δεν μπορούσαν να διακρίνουν ορισμένες έννοιες όπως διαφορά δυναμικού, ρεύμα, ισχύς και ενέργεια επειδή χρησιμοποιούσαν αυτές τις έννοιες ως ισοδύναμες. Οι εκπαιδευτικές πρακτικές, τα σχολικά βιβλία και η υπερβολική εξάρτηση από την καθημερινή γλώσσα θα πρέπει να θεωρούνται πιθανές πηγές παρερμηνειών.

Οι μαθητές χρησιμοποιούν τον γενικό όρο «ρεύμα» με διάφορες έννοιες, π.χ. ηλεκτρική ενέργεια, ηλεκτρική ισχύς, ηλεκτρισμός, στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν τα φαινόμενα στα κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος (Cohen et al., 1983).

Εσφαλμένες αντιλήψεις καταγράφονται σε θέματα δυναμικού ηλεκτρισμού και πιο συγκεκριμένα κατά τη λειτουργία ενός κυκλώματος. Ένας αριθμός των εκπαιδευτικών, αλλά και των μαθητών αντιμετωπίζει τις μπαταρίες ως πηγές σταθερού ρεύματος και θεωρεί ότι το ρεύμα εν μέρει «καταναλώνεται» καθώς διέρχεται από τους σε σειρά λαμπτήρες. Η αντίληψη αυτή πηγάζει από την αδυναμία διάκρισης ανάμεσα στην ενέργεια, που «καταναλώνεται» (ή ακριβέστερα μετασχηματίζεται) και στην ένταση του ρεύματος η οποία διατηρείται (Κώτσης & Κοτσίνας, 2011).

Η έννοια της κυκλοφορίας του ρεύματος χωρίς απώλειες, δεν συναντά την αποδοχή των μαθητών, πιθανότατα λόγω του γεγονότος ότι γνωρίζουν για την εξάντληση της ενέργειας

των μπαταριών. Η δυσκολία στη διαφοροποίηση μεταξύ αυτού που αποκαλούμε ροή ηλεκτρονίων, από τη μία πλευρά, και την κατανάλωση ενέργειας, από την άλλη, αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για τους μαθητές (Johsua & Dupin, 1987).

Στην έρευνα των Mbonyiriyinuze, Yadav & Amadalo (2022) στην Ρουάντα, το 25,8% των μαθητών θεωρεί ότι τα ηλεκτρόνια που κινούνται μέσα στους αγωγούς των κυκλωμάτων παράγονται από τις ηλεκτρικές πηγές και το 26,6% ότι παράγονται από τους λαμπτήρες. Επίσης το 14,5% των μαθητών πιστεύει ότι στον λαμπτήρα μετατρέπεται σε φως το ρεύμα και το 18,8% ότι μετατρέπεται σε φως το φορτίο, αντί της ενέργειας.

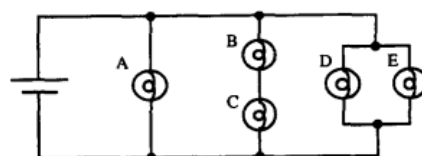
16) Οι έννοιες της ηλεκτροστατικής

Οι δυσκολίες στην κατανόηση των αφηρημένων εννοιών του ηλεκτρισμού συχνά φαίνεται να προέρχονται απευθείας από την αποτυχία των παιδιών να «οπτικοποιήσουν» αυτό που συμβαίνει ή να δημιουργήσουν ένα σύνολο εικόνων για να κατανοήσουν και να προβλέψουν.

Οι μαθητές δεν εφαρμόζουν στα ηλεκτρικά κυκλώματα, τις γνώσεις τους για τα ηλεκτρικά πεδία που είναι μια έννοια ηλεκτροστατικής. Το ηλεκτρικό πεδίο είναι που προκαλεί την κίνηση των φορτίων. Το δυναμικό είναι μια άλλη έννοια ηλεκτροστατικής που δεν μεταφέρεται εύκολα στην κίνηση των φορτίων. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ο μαθητής να μην μπορεί να αντιληφθεί το κύκλωμα ως σύστημα και να κατανοήσει τις λειτουργικές σχέσεις μεταξύ των μερών του (Engelhardt & Beichner, 2004).

17) Δυσκολίες στην ποιοτική προσέγγιση κυκλωμάτων

Σε αρκετές περιπτώσεις είναι κατορθωτό να αντιληφθούμε ποιοτικά πιο από τα ρεύματα που βλέπουμε σε ένα κύκλωμα, είναι μεγαλύτερο, χωρίς να πραγματοποιήσουμε υπολογισμούς. Στο κύκλωμα του **Σχήματος 1.7** η ηλεκτρική πηγή είναι ιδανική και οι πέντε λαμπτήρες είναι όμοιοι. Όταν ζητήθηκε από τους μαθητές να ταξινομήσουν τους λαμπτήρες κατά σειρά φωτεινότητας, δεν προσπάθησαν να το κάνουν χρησιμοποιώντας την έννοια της ισοδύναμης αντίστασης ποιοτικά, αλλά κατέφυγαν σε αλγεβρικούς υπολογισμούς. (Η σωστή απάντηση είναι: $A=D=E>B=C$.) (McDermott & Shaffer, 1992).



Σχήμα 1.7 Λαμπτήρες στα άκρα πηγής, από: McDermott & Shaffer (1992)

Γενικότερα οι μαθητές έχουν ένα φόβο για την ποιοτική συλλογιστική που μπορεί να οφείλεται εν μέρει στην έλλειψη εμπειρίας. Πολλά από τα προβλήματα που καλούνται να λύσουν οι μαθητές για την εργασία ή για τις εξετάσεις περιλαμβάνουν αριθμητικούς υπολογισμούς. Έτσι, όταν έρχονται αντιμέτωποι με μια ποιοτική ερώτηση, αρχίζουν γράφοντας εξισώσεις, προσπαθούν να αντικαταστήσουν και να πραγματοποιήσουν υπολογισμούς, αντί να σκεφτούν το φαινόμενο ποιοτικά (McDermott & Shaffer, 1992, Cohen et al., 1983).

1.2.2 Εξάρτηση από το φύλο

Η ανάλυση του ερωτηματολογίου DIRECT των Engelhardt & Beichner (2004) για τα ηλεκτρικά κυκλώματα, έδειξε ότι οι μαθητές, ειδικά τα κορίτσια, τείνουν να έχουν πολλαπλές παρανοήσεις, ακόμη και μετά τη διδασκαλία.

Η έρευνα των Sencar, Yilmaz & Eryilmaz (2001) έδειξε ότι τα κορίτσια εμφανίζονται να έχουν περισσότερες εναλλακτικές αντιλήψεις από τα αγόρια σε πρακτικές ερωτήσεις, ενώ τα αγόρια έχουν περισσότερες εναλλακτικές αντιλήψεις σε θεωρητικά θέματα. Παρόλα αυτά, δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις επιδόσεις των δύο φύλων.

Σε έρευνα των Brown, Slater & Adams (1998) προκύπτει ότι ο αριθμός των κοριτσιών που θεώρησαν ότι μπορεί να ανάψει ένας λαμπτήρας που συνδέεται στα άκρα μια πηγής της οποίας τα άκρα είναι βραχυκυκλωμένα, δεν διαφέρει στατιστικά από τον αριθμό των αγοριών. Όμως ο αριθμός των κοριτσιών που θεώρησαν ότι μπορεί να ανάψει ένας λαμπτήρας στο μονοπολικό μοντέλο του ανοιχτού κυκλώματος είναι **σχεδόν πενταπλάσιος** από τον αριθμό των αγοριών.

Στην έρευνα των Mboniyirivuze et al. (2022) στη Ρουάντα για την εννοιολογική κατανόηση θεμάτων ηλεκτρισμού και μαγνητισμού, παρατηρήθηκαν καλύτερα αποτελέσματα για τα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια, σε ορισμένες ερωτήσεις, χωρίς όμως σημαντική διαφορά στη συνολική εικόνα.

Σύμφωνα με την έρευνα του Σταύρου (2017) σε φοιτητές του φυσικού τμήματος και του τμήματος επιστήμης υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, προέκυψε ότι οι μαθητές μεταβαίνουν από τη Δευτεροβάθμια στη Τριτοβάθμια εκπαίδευση έχοντας διαφορετική επίδοση ανά φύλο. Συγκεκριμένα, τα αγόρια δείχνουν καλύτερη επίδοση στις ερωτήσεις σχετικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα απ' ό,τι τα κορίτσια, πράγμα το οποίο ενδεχομένως να

οφείλεται στον συγκεκριμένο προσανατολισμό που λαμβάνουν τα κορίτσια από μικρή ηλικία, να ασχολούνται με παιχνίδια που δεν απαιτούν μαθηματικό και/ή λογικό συλλογισμό.

1.2.3 Προηγούμενες έρευνες

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές έρευνες οι οποίες ασχολήθηκαν με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στα ηλεκτρικά κυκλώματα. Παρακάτω παρουσιάζουμε ορισμένες από αυτές.

Στην έρευνα των Cohen et al. (1983) ένα διαγνωστικό ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 145 μαθητές γυμνασίου και 21 καθηγητές φυσικής προκειμένου να εντοπιστούν οι αντιλήψεις για τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Το ερωτηματολόγιο περιείχε δέκα ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και τέσσερις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, για να διερευνηθούν οι λειτουργικές σχέσεις ανάμεσα στις μεταβλητές που εμφανίζονται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Το κύριο εύρημα από την ανάλυση των απαντήσεων είναι ότι το ρεύμα χρησιμοποιείται από τους μαθητές ως πρωταρχική έννοια, ενώ η διαφορά δυναμικού αντιμετωπίζεται ως αποτέλεσμα της ροής του ρεύματος και όχι ως αίτιο.

Η μελέτη του Shipstone (1984) εξετάζει τα μοντέλα ροής ρεύματος που χρησιμοποιούν τα παιδιά όταν ασχολούνται με κυκλώματα, τα οποία περιλαμβάνουν αντιστάσεις, είτε σταθερές είτε μεταβλητές, συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από δέκα σελ ερωτήσεων σχετικά με το ρεύμα, την τάση και την αντίσταση, σε κυκλώματα που περιέχουν ηλεκτρικές πηγές, λαμπτήρες και αντιστάσεις. Πρόκειται για μια έρευνα για τα μοντέλα ηλεκτρικού ρεύματος και απαντήθηκε από 232 μαθητές, οι οποίοι είχαν συμπληρώσει τα μαθήματά τους για τα κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Η έρευνα αυτή εστίασε στη μεταβολή των αντιλήψεων των μαθητών για το μοντέλο του ηλεκτρικού ρεύματος, σε συνάρτηση με την ηλικία. Π.χ. η αποδοχή του μοντέλου «συγκρουόμενων ρευμάτων» μειώθηκε απότομα με την αύξηση της ηλικίας και έτσι άρχισε να αμφισβητείται από τους μαθητές και μετά από τη διδασκαλία να αντικαθίσταται από το επιστημονικά σωστό.

Στη μελέτη των Psillos et al. (1987) πήραν μέρος 50 μαθητές της τρίτης τάξης του γυμνασίου. Η μελέτη επικεντρώθηκε στις αναπαραστάσεις του ηλεκτρικού ρεύματος από τους μαθητές πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από ένα εισαγωγικό μάθημα σε κυκλώματα συνεχούς ρεύματος, σε ένα γυμνάσιο. Προτείνεται ότι οι απόψεις των μαθητών σχετικά με

το ρεύμα κατά τα πρώτα στάδια της διδασκαλίας μπορούν να θεωρηθούν σε ένα «ενεργειακό πλαίσιο», δηλαδή η μπαταρία δίνει «κάτι» στον λαμπτήρα που το καταναλώνει. Κατά τους ερευνητές, όταν οι μαθητές διδάσκονται ότι το ρεύμα είναι μονής κατεύθυνσης και αποτελείται από κίνηση σωματιδίων, φαίνεται ότι πολλοί από αυτούς αναπτύσσουν το σωστό επιστημονικό μοντέλο για το ηλεκτρικό ρεύμα και παραμένουν σε αυτό.

Το ερωτηματολόγιο DIRECT (Determining and Interpreting Resistive Electric Circuit Concepts Test), αναπτύχθηκε από τους Engelhardt & Beichner (2004) για να αξιολογήσει την κατανόηση των μαθητών και των φοιτητών μιας σειράς εννοιών που αφορούν τα κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Δημιουργήθηκε αρχικά σε δύο εκδόσεις: DIRECT 1.0 και DIRECT 1.1. Η έκδοση 1.0 του DIRECT χορηγήθηκε σε 1135 σπουδαστές σε λύκεια (N=454) και πανεπιστήμια (N=681) στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η έκδοση DIRECT 1.1 του ερωτηματολογίου χορηγήθηκε σε 692 σπουδαστές σε λύκεια (N=251) και πανεπιστήμια (N=441) στις Ηνωμένες Πολιτείες, στον Καναδά και στη Γερμανία. Τα ερωτηματολόγια και των δύο εκδόσεων αποτελούνται από 29 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Ένα ερωτηματολόγιο της κάθε έκδοσης χρειάζεται περίπου μισή ώρα για να ολοκληρωθεί. Στην έκδοση 1.1 η κάθε μία ερώτηση έχει πέντε επιλογές απαντήσεων. Η έκδοση 1.0 περιλαμβάνει κυρίως ερωτήσεις για ποιοτική προσέγγιση και φαίνεται να εντοπίζει τις εναλλακτικές αντιλήψεις πιο άμεσα, ενώ η έκδοση 1.1 είναι περισσότερο ποσοτική και μπορεί να ελέγχει σε κάποιο βαθμό τις μαθηματικές δεξιότητες των μαθητών. Οι δημιουργοί του ερωτηματολογίου τονίζουν ότι η μελέτη με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου πολλαπλής επιλογής παρέχει απλώς έναν τρόπο για τους εκπαιδευτικούς και τους ερευνητές για να αξιολογήσουν την πρόοδο της κατανόησης των μαθητών. Κανένα όργανο ή μελέτη δεν μπορεί να δώσει οριστικές απαντήσεις και χρειάζονται διάφορες μετρήσεις με διαφορετικά μέσα για να προκύψει μια τελική απάντηση.

Η έρευνα των Κολτσάκη & Πιερράτου (2006) πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2005-2006 σε σχολικές μονάδες του Νομού Κιλκίς. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας διεξήχθη έρευνα σε μαθητές ενός Γυμνασίου και ενός Ενιαίου Λυκείου, με ποσοτικές και ποιοτικές μεθόδους. Σκοπός της ήταν, αφού ανιχνευθούν και καταγραφούν οι ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα, να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν διδακτικές παρεμβάσεις βασισμένες στην εποικοδομητική προσέγγιση και στη διερευνητική μάθηση. Η έρευνα επιβεβαίωσε τις κοινές εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα. Μάλιστα μετά από παρέμβαση διάρκειας μιας διδακτικής ώρας με τη

χρήση εκπαιδευτικών λογισμικών και μετά από εργασία σε ομάδες με φύλλα εργασίας, οι απαντήσεις των μαθητών της Β΄ Λυκείου στις ίδιες ερωτήσεις ήταν ιδιαίτερα βελτιωμένες.

Σημειώνεται επίσης η εμφανής διαφοροποίηση στη συμμετοχή των μαθητών στις συνεντεύξεις, ανάλογα με την κατεύθυνση προέλευσής τους. Οι μαθητές της τεχνολογικής κατεύθυνσης είχαν μικρότερη διάθεση συμμετοχής σε σχέση με αυτούς της θετικής. Οι μαθητές της θεωρητικής κατεύθυνσης σε μεγάλο ποσοστό είχαν ιδιαίτερη δυσκολία να συμμετάσχουν στις συζητήσεις, μη μπορώντας να χειριστούν σωστά έννοιες σχετικές με το ηλεκτρικό ρεύμα και συνέχιζαν σε μεγάλο βαθμό να στηρίζουν τις απαντήσεις τους σε προϋπάρχουσες – μη σύμφωνες με τη σχολική εκδοχή – αντιλήψεις.

Στην έρευνα των Reşman & Eryilmaz (2010) στην Τουρκία, αναπτύχθηκε το Διαγνωστικό Τεστ SECDT (Simple Electric Circuits Diagnostic Test), με σκοπό την αξιολόγηση των παρανοήσεων των μαθητών του Λυκείου σχετικά με απλά ηλεκτρικά κυκλώματα. Το τεστ χορηγήθηκε σε 124 μαθητές Λυκείου. Με αυτόν τον τρόπο, ο σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να προτείνει ένα νέο διαγνωστικό εργαλείο για την αξιολόγηση των παρανοήσεων των μαθητών. Το SECDT είναι ένα τεστ 12 ερωτήσεων, τριών επιπέδων (three tier test), που αποσκοπεί στην αξιολόγηση της κατανόησης των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων από τους μαθητές. Το πρώτο επίπεδο είναι μια συμβατική ερώτηση πολλαπλής επιλογής με δύο ή τρεις επιλογές. Το δεύτερο επίπεδο παρουσιάζει κάποιες αιτιολογήσεις για τη δεδομένη απάντηση στο πρώτο επίπεδο και ο μαθητής καλείται να επιλέξει την σωστή αιτιολόγηση. Τέλος το τρίτο επίπεδο ερωτήσεων εξετάζει εάν οι μαθητές είναι ή δεν είναι σίγουροι για τις απαντήσεις που έδωσαν στις δύο πρώτες βαθμίδες. Το SECDT μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί από καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για να λάβουν την πιο σωστή μέτρηση των παρανοήσεων των μαθητών σχετικά με απλά ηλεκτρικά κυκλώματα, επειδή μέσα από τα τρία επίπεδα ερωτήσεων, μπορεί να διακρίνει τις εναλλακτικές αντιλήψεις από την έλλειψη της γνώσης, με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Οι Kapartzianis & Kriek (2011) πραγματοποίησαν μία μελέτη, της οποίας ο στόχος ήταν η αξιολόγηση των αντιλήψεων των Κυπρίων Μαθητών Μέσης Τεχνικής και Επαγγελματικής Εκπαίδευσης για τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα. Το ερευνητικό δείγμα αποτελούνταν από 73 φοιτητές της Τεχνικής Σχολής Λεμεσού. Χρησιμοποιήθηκε ως ερευνητικό εργαλείο το ερωτηματολόγιο DIRECT 1.2, μεταφρασμένο και στην ελληνική γλώσσα από τον ερευνητή. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων με εκείνα που προέκυψαν από παρόμοιες έρευνες δείχνουν ότι αυτές οι αντιλήψεις είναι εναρμονισμένες σε μεγάλο βαθμό

με τις αντιλήψεις των μαθητών από άλλες χώρες και τα προηγούμενα χρόνια, γεγονός που αποδεικνύει την καθολικότητα και τη διαχρονικότητά τους.

Από τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας προκύπτει η ανάγκη για ανάπτυξη της διδασκαλίας και των σχολικών βιβλίων με τρόπο που θα συνδέουν το μάθημα (ηλεκτρικό ρεύμα και ηλεκτρικά κυκλώματα) με την καθημερινή ζωή. Είναι ουσιαστική (κάτι παραπάνω από απαραίτητη) η εξοικείωση (βιωματική επιμόρφωση) των εκπαιδευτικών για την αντικατάσταση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών με τις επιστημονικά αποδεκτές.

Στην έρευνα των Κώτση & Κοτσίνα (2011) πήραν μέρος 201 μαθητές Λυκείου και 102 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της Περιφέρειας Ηπείρου. Διαπιστώθηκε ότι εναλλακτικές αντιλήψεις σε θέματα ηλεκτρισμού έχουν τόσο οι μαθητές του Λυκείου, όσο και οι εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Ένα βασικό συμπέρασμα της έρευνας αυτής είναι ότι για να κατανοήσουν ποιοτικά τη συμπεριφορά των κυκλωμάτων, τόσο οι εκπαιδευτικοί, όσο και οι μαθητές, θα πρέπει να εκπαιδευτούν στο να γνωρίζουν τη λειτουργία τους μέσα από τη σκοπιά της αιτιακής διαδικασίας. Μετά από κάθε αλλαγή σε ένα σημείο ενός κυκλώματος, το φορτίο ανακατανέμεται και τα μεγέθη που περιγράφουν το κύκλωμα αλλάζουν. Το σύστημα φτάνει σε μια νέα σταθερή κατάσταση ισορροπίας.

Στην έρευνα των Κοτσίνα & Παπακώστα (2013) στην οποία πήραν μέρος 211 μαθητές της Β' Λυκείου των Ιωαννίνων, μελετήθηκε η δυνατότητα να αξιοποιηθεί για τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το πείραμα επίδειξης. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε περιείχε ερωτήσεις σε θέματα ηλεκτρισμού, χωρίς ποσοτικούς υπολογισμούς, ζητώντας όμως αιτιολόγηση των απαντήσεων. Στην έρευνα αυτή διαπιστώθηκε ότι η **διδασκαλία με πειράματα επίδειξης**, ως εκπαιδευτική διαδικασία, μπορεί να αξιοποιηθεί για τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αφού όπως δείχνουν τα αποτελέσματα οι μαθητές φαίνεται να κατανοούν καλύτερα τις έννοιες και να αποκτούν περαιτέρω γνώσεις, σε σχέση με το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας. Τέτοιου είδους εκπαιδευτικές διαδικασίες, αν και δεν περιλαμβάνουν την άμεση ενεργό συμμετοχή των μαθητών, φαίνεται ότι συμβάλλουν στην καλύτερη διατήρηση της προσοχής, καθώς και στην αμεσότητα της επικοινωνίας τους με το διδάσκοντα.

Σε έρευνα των Küçüközer & Kocakulah (2007) που πραγματοποιήθηκε στην πόλη Balıkesir της Τουρκίας, τα δεδομένα ελήφθησαν με ένα τεστ εννοιολογικής κατανόησης για απλά ηλεκτρικά κυκλώματα και ημιδομημένες συνεντεύξεις. Το τεστ αποτελείται από οκτώ ερωτήσεις ανοιχτού τύπου που σχεδιάστηκαν με την ανασκόπηση των σχετικών μελετών στη βιβλιογραφία. Πρόκειται για μια ποιοτική μελέτη στην οποία χρησιμοποιήθηκε τεστ που περιείχε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και διεξήχθησαν συνεντεύξεις για να διαπιστωθούν οι προηγούμενες γνώσεις των μαθητών. Το ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε σε 76 μαθητές σε τάξεις Λυκείου και πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις με τυχαία επιλεγμένους μαθητές που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο. Στην μελέτη αυτή επιβεβαιώθηκαν οι παρανοήσεις που αναφέρονται συχνά στη βιβλιογραφία όπως «η κατανάλωση ρεύματος», «οι μπαταρίες είναι πηγές σταθερού ρεύματος» κ.λπ. Αξιοσημείωτο εύρημα της έρευνας αυτής είναι ο ρόλος της καθημερινής γλώσσας στην δημιουργία παρανοήσεων. Εκφράσεις που χρησιμοποιούνται όπως «κλείσε το διακόπτη» για να σβήσει μια αναμμένη λάμπα και «άνοιξε το διακόπτη» για να ανάψει μια λάμπα, οδηγούν τους μαθητές στην απάντηση ότι όταν κλείνει ο διακόπτης σε ένα κύκλωμα, σβήνει ο λαμπτήρας. Επίσης αναδεικνύεται η εναλλακτική ιδέα ότι οι λαμπτήρες στην παράλληλη σύνδεση δίνουν πάντοτε περισσότερο φως από τη σύνδεση σε σειρά, ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του κυκλώματος.

2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Ερευνητικό ερώτημα & Ερευνητικό εργαλείο

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκαν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε ζητήματα κυκλωμάτων συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και κυρίως των σχηματικών αναπαραστάσεων των κυκλωμάτων αυτών, έτσι όπως διδάσκονται στην γ' τάξη του Γυμνασίου και στη Β' τάξη του Γενικού Λυκείου. Εξετάστηκαν τα παρακάτω ερωτήματα:

1 . Υπάρχουν εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε ζητήματα κυκλωμάτων συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και ειδικότερα των σχηματικών αναπαραστάσεων των κυκλωμάτων αυτών και αν ναι, ποιες είναι αυτές;

2 . Εξαρτώνται οι αντιλήψεις αυτές από παράγοντες όπως ο προσανατολισμός σπουδών, η τάξη και το φύλο και αν ναι, σε ποιο βαθμό;

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από 17 ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο Παράρτημα. Οι ερωτήσεις δίνονται με τυχαία σειρά στο ερωτηματολόγιο, χωρίς να είναι ομαδοποιημένες. Είναι όλες πολλαπλής επιλογής και έχουν μόνο μία σωστή απάντηση η καθεμιά. Στις απαντήσεις που δίνονται από τους μαθητές, δεν ζητείται αιτιολόγηση.

Οι περισσότερες ερωτήσεις προέρχονται από το ερωτηματολόγιο των Engelhardt & Beichner (2004), (ερωτηματολόγιο DIRECT 1.0 και 1.1), ενώ κάποιες έχουν υποστεί τροποποίηση ή απλούστευση. Ορισμένες έχουν προστεθεί από τον ερευνητή.

Από το ερωτηματολόγιο DIRECT (1.0 ή 1.1) προέρχονται οι ερωτήσεις: **1, 2, 5, 6, 10, 12, 14, 16.**

Επίσης από το ερωτηματολόγιο DIRECT (1.0 ή 1.1) με κάποιες τροποποιήσεις, προέρχονται οι ερωτήσεις: **4, 7, 15, 17.**

Έχουν προστεθεί από τον ερευνητή οι ερωτήσεις: **3, 8, 9, 11, 13.**

Παρακάτω παρουσιάζονται οι ιδέες που σχετίζονται με τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου:

Ερωτήσεις 1, 10, 13, 17: Σχετίζονται με την έννοια του βραχυκυκλώματος.

Ερωτήσεις 12, 16, 17: Σχετίζονται με το γεγονός οι ηλεκτρικές πηγές και λαμπτήρες είναι **δίπολα**, δηλαδή έχουν δύο άκρα με τα οποία συνδέονται σε ένα κύκλωμα.

Ερωτήσεις 2, 4, 15: Σχετίζονται με τη **συνδεσμολογία αντιστάσεων**. Στη σύνδεση σε σειρά η ολική αντίσταση αυξάνεται καθώς προστίθενται περισσότερες αντιστάσεις, ενώ στην παράλληλη σύνδεση η ολική αντίσταση μειώνεται καθώς προστίθενται περισσότερες αντιστάσεις.

Ερωτήσεις 1, 2, 6, 8, 15, 16: Αφορούν κυκλώματα που περιλαμβάνουν συνδέσεις σε σειρά, παράλληλα και συνδυασμούς των δύο συνδεσμολογιών.

Ερωτήσεις: 3, 11, 14, 15. Αφορούν την ενέργεια και την διατήρηση της ενέργειας

Ερώτηση 3: Αφορά το τι είναι αυτό που καταναλώνεται σε μια ηλεκτρική συσκευή.

Ερωτήσεις 5, 9, 15: Αφορούν το ηλεκτρικό ρεύμα και την διατήρηση του ηλεκτρικού φορτίου.

Ερωτήσεις που σχετίζονται με μοντέλα ηλεκτρικού ρεύματος:

Η **Ερώτηση 4** με το μοντέλο απόσβεσης, η **Ερώτηση 5** με το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων και η **Ερώτηση 12** με το μονοπολικό μοντέλο.

Ερώτηση 7: Σχετίζεται με την διαφορά δυναμικού.

Ερωτήσεις 11 και 14: Σχετίζονται με την συνδεσμολογία ηλεκτρικών πηγών. Οι διαφορές δυναμικού αθροίζονται όταν οι πηγές συνδέονται σε σειρά και με την ίδια πολικότητα, ενώ η διαφορά δυναμικού παραμένει η ίδια, όταν δύο ίδιες πηγές συνδέονται παράλληλα και με την ίδια πολικότητα.

Οι **Ερωτήσεις 3 και 8** δεν περιλαμβάνουν σχηματικές αναπαραστάσεις κυκλωμάτων.

Στην παρούσα μελέτη δεν εξετάζονται έννοιες όπως: δυναμικό σε σημείο του κυκλώματος, ηλεκτρικό πεδίο μέσα στον αγωγό και πραγματική-συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος, ηλεκτροστατικά φαινόμενα, πυκνωτές και εναλλασσόμενο ρεύμα.

Ένας βασικός παράγοντας που υπεισέρχεται στην παρούσα μελέτη είναι ο προσανατολισμός σπουδών του μαθητή. Ο προσανατολισμός σπουδών για το Γενικό Λύκειο προσδιορίζεται στην Β΄ και στην Γ΄ τάξη με επιλογή-δήλωση του μαθητή. Για την Β΄ τάξη μπορεί να είναι θετικών σπουδών ή ανθρωπιστικών σπουδών. Θέματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων διδάσκονται όλοι οι μαθητές τους Β΄ τάξης του Γενικού Λυκείου, ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό σπουδών. Ωστόσο το ενδιαφέρον των μαθητών για τη φυσική εξαρτάται από το αν θα την συναντήσουν ως μάθημα προσανατολισμού στην Γ΄ τάξη. Για τον λόγο αυτό το ερώτημα που υπάρχει στο ερωτηματολόγιο είναι αν ο μαθητής ενδιαφέρεται να ακολουθήσει στην επόμενη τάξη, προσανατολισμό που περιλαμβάνει μάθημα φυσικής. Έτσι στη Β΄ Λυκείου δεν ρωτήθηκε απλά αν έχει πάρει προσανατολισμό θετικών σπουδών, αλλά αν θα επιλέξει προσανατολισμό με μάθημα φυσικής στην Γ΄ τάξη. Το ερώτημα αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί στη Β΄ Λυκείου οι μαθητές του θετικού προσανατολισμού μπορεί να συνεχίσουν στην Γ΄ τάξη σε προσανατολισμό χωρίς φυσική, π.χ. προσανατολισμό οικονομίας και πληροφορικής.

Για την γ΄ τάξη του Γυμνασίου δεν υπάρχει η έννοια του προσανατολισμού, ούτε θα την συναντήσουν οι μαθητές στην Α΄ τάξη του Λυκείου. Πολλοί δε από τους μαθητές του Γυμνασίου μπορεί να μην συνεχίσουν τις σπουδές τους σε Γενικό Λύκειο. Κλήθηκαν όμως να απαντήσουν την ίδια ερώτηση για το αν ενδιαφέρονται για προσανατολισμό σπουδών με φυσική, στη συνέχεια των σπουδών τους, έτσι όπως σκέφτονται αυτή τη στιγμή. Επομένως ο προσανατολισμός σπουδών δεν είναι μια ιδιότητα που έχουν τυπικά, αλλά αντιστοιχεί σε κάτι που μπορεί να έχουν γενικά στο μυαλό τους, ίσως ακαθόριστα, που όμως μπορεί να σχετίζεται με τους επιδόσεις τους και τους επιλογές τους.

Με βάση την απάντησή τους στην ερώτηση αυτή, οι μαθητές χωρίζονται σε κάθε τάξη σε αυτούς που επιλέγουν προσανατολισμό **με φυσική** και σε αυτούς που επιλέγουν προσανατολισμό **χωρίς φυσική**.

Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε ανώνυμα και υπήρχε η επισήμανση στους μαθητές ότι οι απαντήσεις τους είναι για ερευνητικό σκοπό και δεν θα επηρεάσουν τη βαθμολογία τους. Η επεξεργασία των απαντήσεων του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS 23.0 και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε να είναι 5%, δηλαδή: $p < 0,05$.

2.2 Το δείγμα

Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 314 μαθητές Γυμνασίων και Γενικών Λυκείων τους πόλης των Ιωαννίνων, κατά το σχολικό έτος 2021-2022. Ειδικότερα απαντήθηκε από 143 μαθητές της γ' τάξης Γυμνασίων και από 171 μαθητές της Β' τάξης Γενικών Λυκείων, κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο του 2022, όταν πλησίαζε η λήξη του σχολικού έτους και τα μαθήματα είχαν σχεδόν ολοκληρωθεί. Οι τάξεις αυτές επιλέχθηκαν γιατί έχουν στην διδακτέα ύλη της φυσικής, θέματα κυκλωμάτων συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί που πήραν μέρος στην έρευνα, είχαν ενημερωθεί για το σκοπό της έρευνας και συμμετείχαν οικειοθελώς. Στον **Πίνακα 2.1** φαίνεται ο αριθμός των μαθητών των δύο τάξεων ανά φύλο, ενώ στον **Πίνακα 2.2** φαίνεται ο αριθμός των μαθητών των δύο τάξεων ανά προσανατολισμό.

Πίνακας 2.1. Αριθμός μαθητών ανά τάξη και φύλο

Τάξη		Αριθμός μαθητών	Ποσοστό %
γ' Γυμνασίου	αγόρια	72	50,3
	κορίτσια	71	49,7
	Σύνολο	143	100,0
Β' Λυκείου	αγόρια	69	40,4
	κορίτσια	102	59,6
	Σύνολο	171	100,0

Πίνακας 2.2. Αριθμός μαθητών ανά τάξη και προσανατολισμό σπουδών

Τάξη		Αριθμός μαθητών	Ποσοστό %
γ' Γυμνασίου	με φυσική	55	38,5
	χωρίς φυσική	88	61,5
	Σύνολο	143	100,0
Β' Λυκείου	με φυσική	51	29,8
	χωρίς φυσική	120	70,2
	Σύνολο	171	100,0

Είναι χαρακτηριστικό ότι οι μαθητές που δήλωσαν προσανατολισμό σπουδών με φυσική είναι η μειοψηφία και για τις δύο τάξεις, 38,5% των μαθητών της γ' Γυμνασίου και 29,8% των μαθητών της Β' Λυκείου, όπως φαίνεται στον **Πίνακα 2.2**.

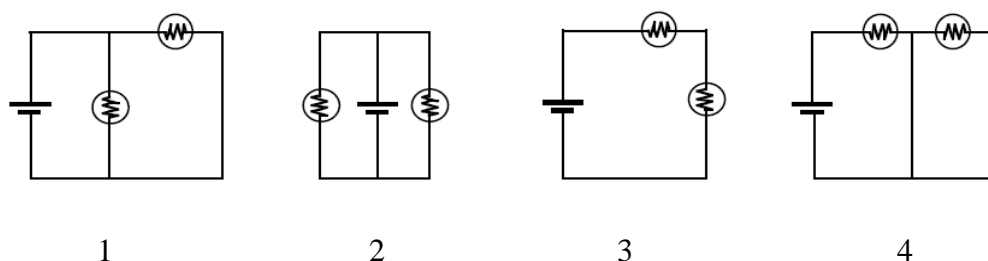
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Συνάφεια απαντήσεων και μεταβλητών

3.1.1 Συνάφεια απαντήσεων με προσανατολισμό σπουδών, για κάθε τάξη

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται με γραφήματα για καθεμιά από τις 17 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, οι κατανομές των απαντήσεων των μαθητών, αρχικά για κάθε τάξη ξεχωριστά, δηλαδή για την γ' Γυμνασίου και την Β' Γενικού Λυκείου. Στα γραφήματα αυτά βλέπουμε τα ποσοστά των μαθητών που απαντούν καθεμιά από τις διαθέσιμες απαντήσεις στην κάθε ερώτηση. Στη συνέχεια τα ίδια γραφήματα παρουσιάζονται για τους δύο προσανατολισμούς, σε καθεμιά από τις δύο τάξεις. Ακολουθεί ο στατιστικός έλεγχος συνάφειας χ^2 μεταξύ των απαντήσεων σε κάθε ερώτηση και του προσανατολισμού σπουδών, για κάθε τάξη. Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν συμπεράσματα για τη συχνότητα των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών της κάθε τάξης, αλλά και για την εξάρτηση της συχνότητας αυτής από τον προσανατολισμό σπουδών.

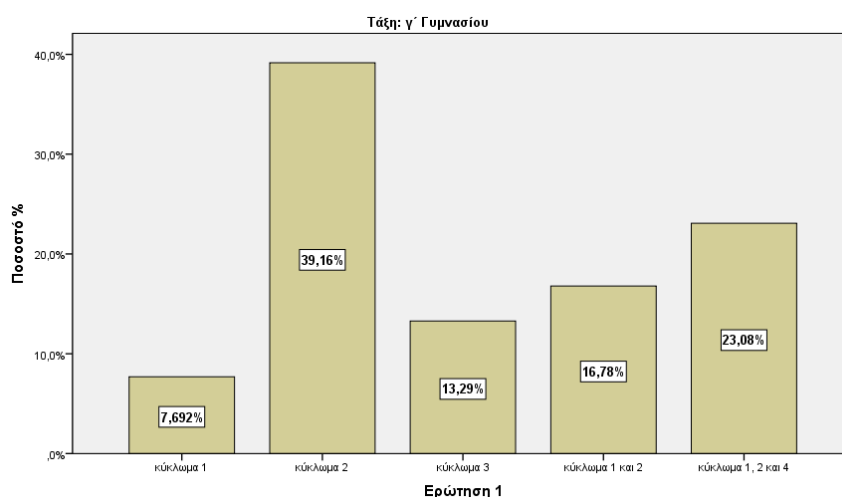
Η **Ερώτηση 1** είναι: ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του **Σχήματος 3.1** αναπαριστούν δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους σε μια μπαταρία, με πέντε δυνατές επιλογές: (Α) μόνο το κύκλωμα 1, (Β) μόνο το κύκλωμα 2, (Γ) μόνο το κύκλωμα 3, (Δ) τα κυκλώματα 1 και 2, (Ε) τα κυκλώματα 1, 2 και 4.



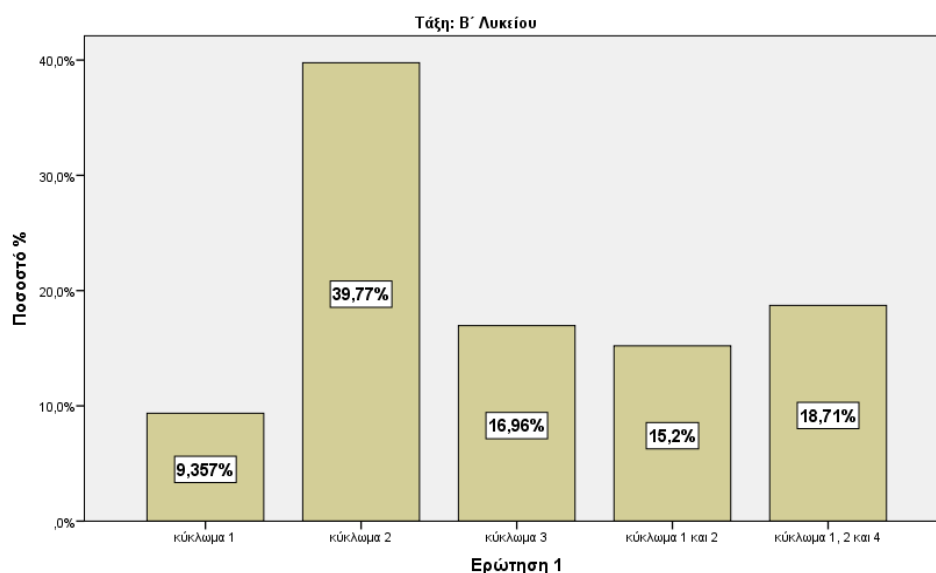
Σχήμα 3.1

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 1 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.1** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.2**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Δ) και δόθηκε από το 16,78% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 15,2% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Οι απαντήσεις (Α) και (Β) είναι εν μέρει σωστές, ενώ η (Γ) είναι εμφανώς λάθος και η (Ε) περιλαμβάνει τη σωστή απάντηση, αλλά περιέχει και το κύκλωμα 4, το οποίο δεν είναι παράλληλη σύνδεση. Η απάντηση (Β) συγκέντρωσε από τις πέντε απαντήσεις, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και των δύο τάξεων.

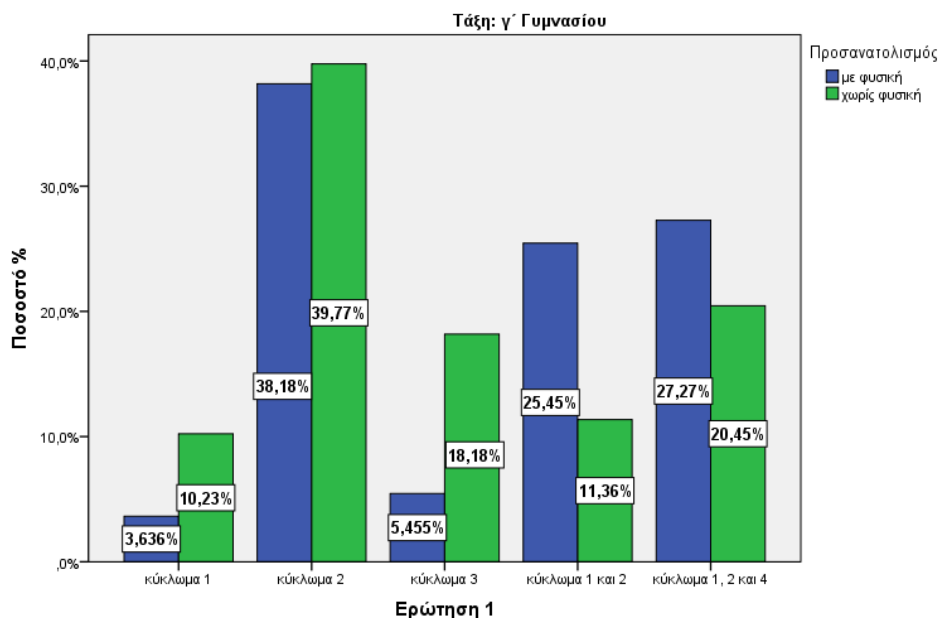


Γράφημα 3.1. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην Ερώτηση 1 «ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.1 αναπαριστούν δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους σε μια μπαταρία»

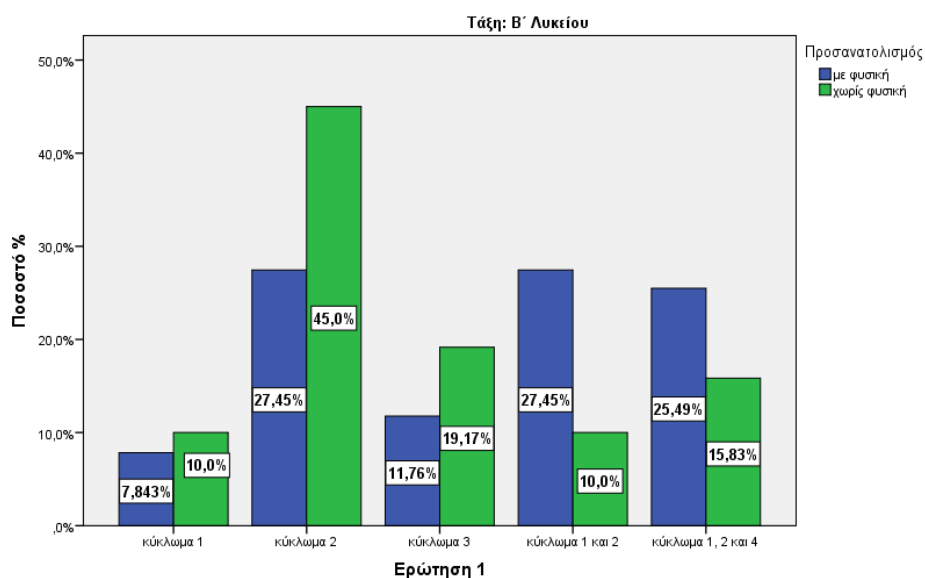


Γράφημα 3.2. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 1, «ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.1 αναπαριστούν δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους σε μια μπαταρία»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 1 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.3** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.4**.



Γράφημα 3.3. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 1: «ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.1 αναπαριστούν δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους σε μια μπαταρία»



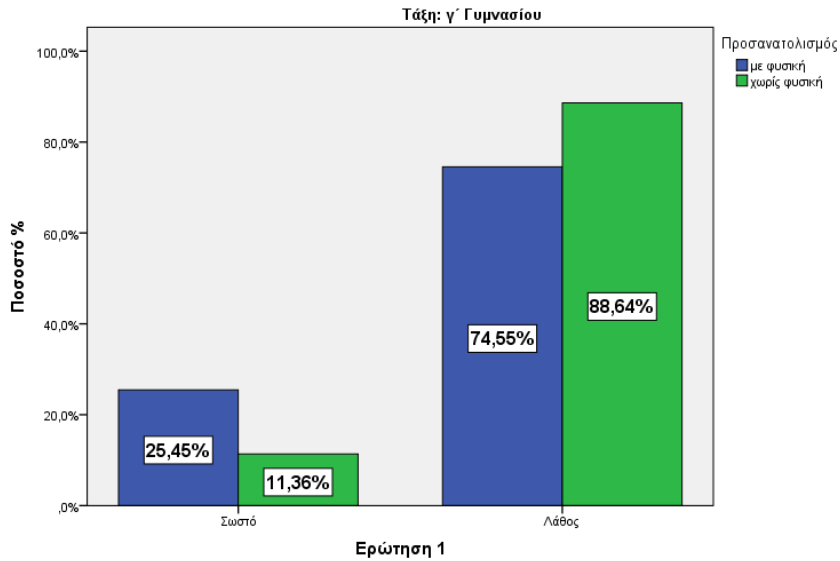
Γράφημα 3.4. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 1: «ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.1 αναπαριστούν δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους σε μια μπαταρία»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=10,746$, $df=4$, $p=0,03<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 1 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=13,058$, $df=4$, $p=0,011<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 1 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.1** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

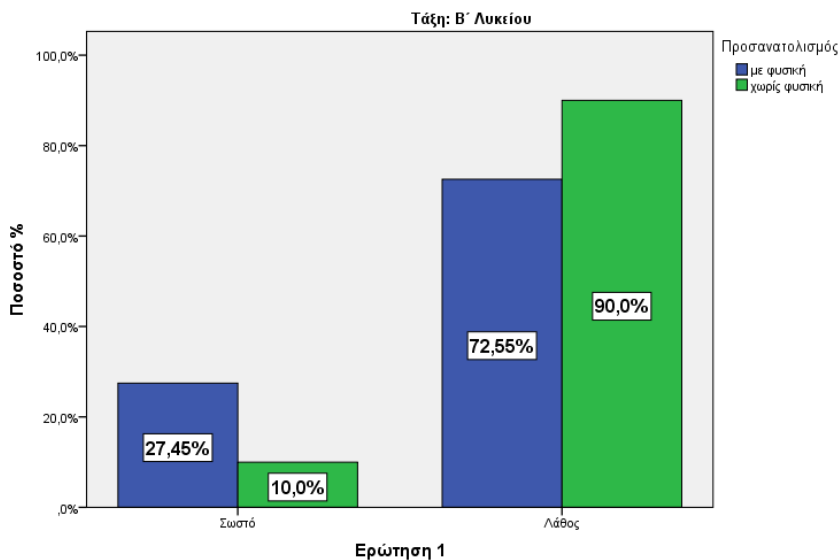
Πίνακας 3.1. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 1 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	10,746	4	,030
	Likelihood Ratio	11,379	4	,023
	Linear-by-Linear Association	3,404	1	,065
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	13,058	4	,011
	Likelihood Ratio	12,572	4	,014
	Linear-by-Linear Association	7,327	1	,007
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 1 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.5 και 3.6** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι υπερδιπλάσιο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**.



Γράφημα 3.5. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 1**: «ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.1 αναπαριστούν δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους σε μια μπαταρία»



Γράφημα 3.6. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 1**: «ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.1 αναπαριστούν δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους σε μια μπαταρία»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=4,812$, $df=1$, $p=0,028<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 1 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=8,454$, $df=1$, $p=0,004<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 1 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.2** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.2. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 1 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	4,812	1	,028		
	Continuity Correction	3,856	1	,050		
	Likelihood Ratio	4,682	1	,030		
	Fisher's Exact Test				,038	,026
	Linear-by-Linear Association	4,778	1	,029		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	8,454	1	,004		
	Continuity Correction	7,154	1	,007		
	Likelihood Ratio	7,811	1	,005		
	Fisher's Exact Test				,005	,005
	Linear-by-Linear Association	8,404	1	,004		
	N of Valid Cases	171				

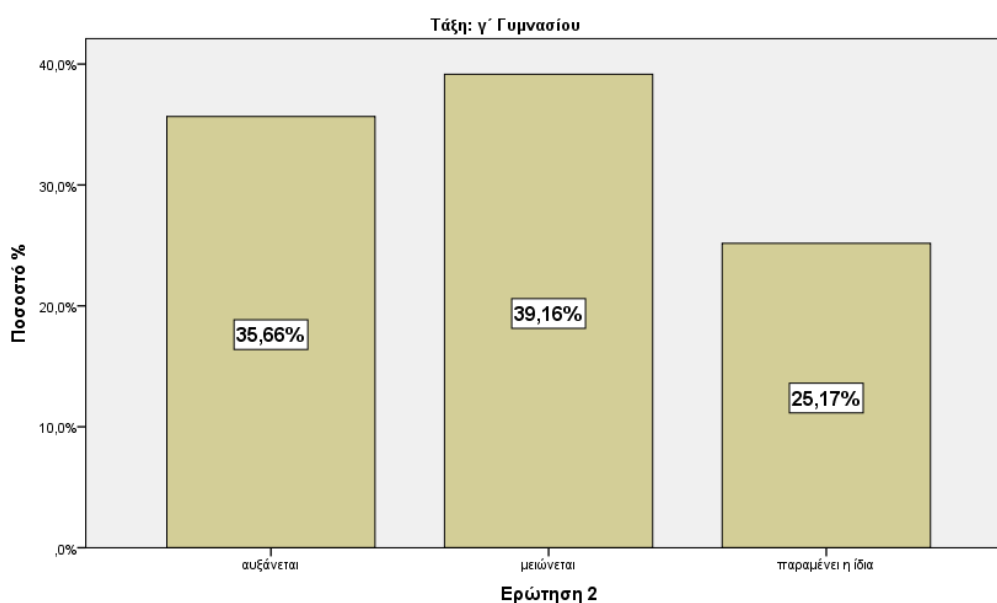
Η **Ερώτηση 2** είναι: πώς μεταβάλλεται η αντίσταση ανάμεσα στα άκρα Κ και Λ του κυκλώματος στο **Σχήμα 3.2**, όταν κλείνει ο διακόπτης, με τρεις δυνατές απαντήσεις: (Α) αυξάνεται, (Β) μειώνεται, (Γ) παραμένει η ίδια.



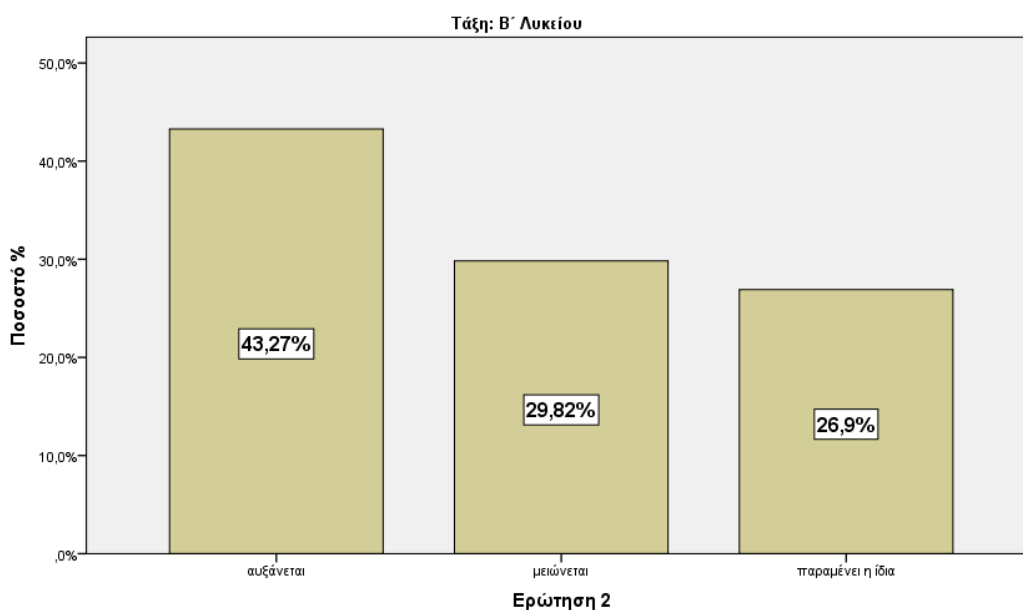
Σχήμα 3.2

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 2 που έδωσαν οι μαθητές της γ΄ Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.7** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β΄ Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.8**.

Η σωστή απάντηση είναι η (B) και δόθηκε από το 39,16% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 29,82% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (B) συγκέντρωσε το μεγαλύτερο ποσοστό από τις τρεις απαντήσεις στο Γυμνάσιο, ενώ στο Λύκειο το μεγαλύτερο ποσοστό έχει η απάντηση (A). Το 35,66% των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου και το 43,27% των μαθητών της Β΄ Λυκείου απαντούν λανθασμένα ότι όταν δύο αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα, η ολική αντίσταση του κλάδου στον οποίο βρίσκονται, αυξάνεται. Θεώρησαν δηλαδή ότι η προσθήκη αντιστάσεων παράλληλα, οδηγεί σε αύξηση της ολικής αντίστασης.

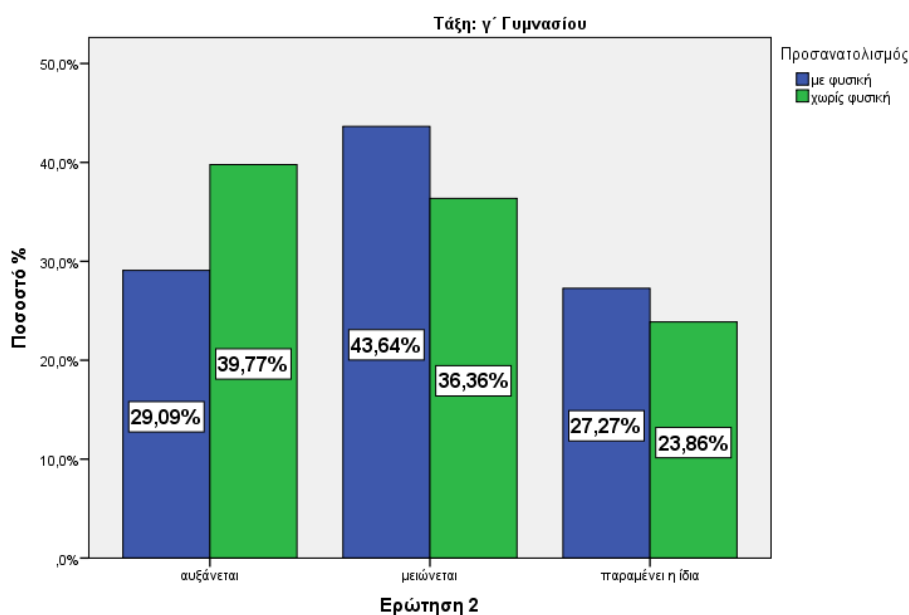


Γράφημα 3.7. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου στην **Ερώτηση 2:** «Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση ανάμεσα στα άκρα K και A του κυκλώματος στο Σχήμα 3.2, όταν κλείνει ο διακόπτης»

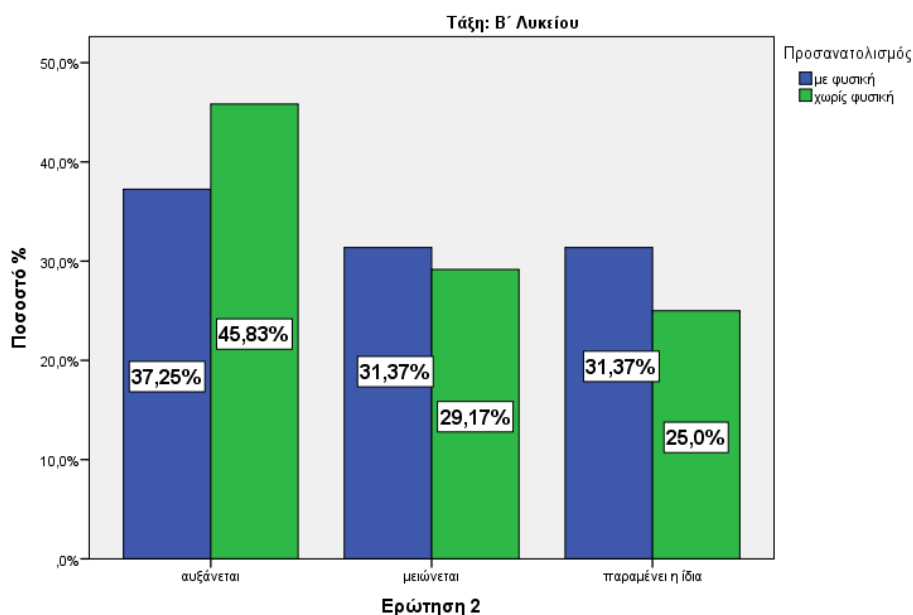


Γράφημα 3.8. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου στην **Ερώτηση 2**: «Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση ανάμεσα στα άκρα Κ και Α του κυκλώματος στο Σχήμα 3.2, όταν κλείνει ο διακόπτης»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 2 που έδωσαν οι μαθητές της γ΄ Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.9** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β΄ Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.10**.



Γράφημα 3.9. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου, **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην **Ερώτηση 2**: «Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση ανάμεσα στα άκρα Κ και Α του κυκλώματος στο Σχήμα 3.2, όταν κλείνει ο διακόπτης»



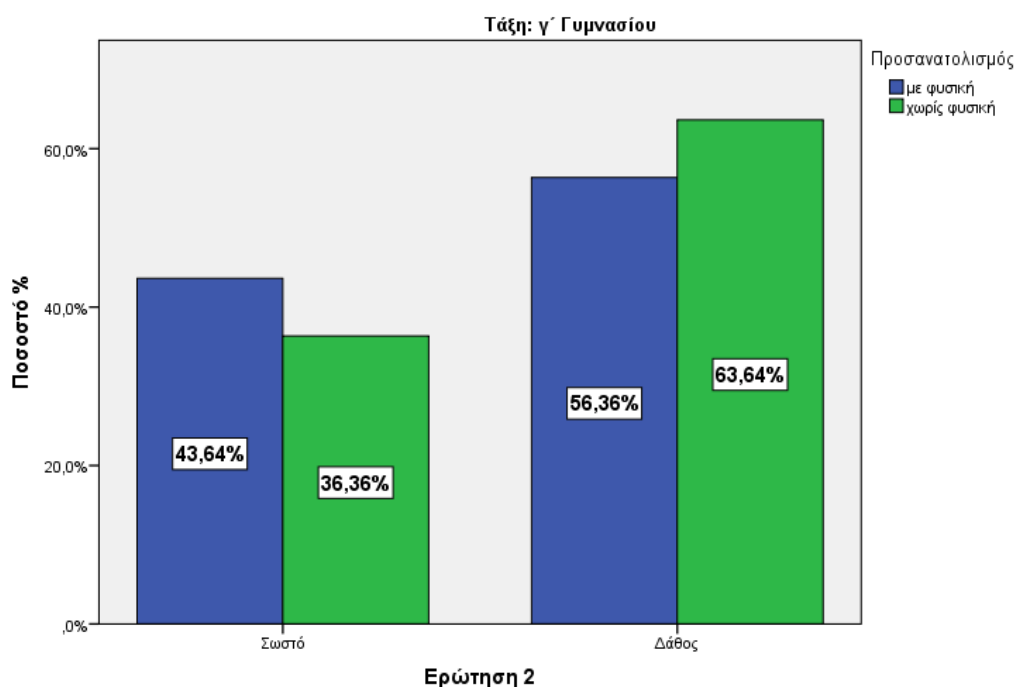
Γράφημα 3.10. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 2: «Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση ανάμεσα στα άκρα Κ και Λ του κυκλώματος στο Σχήμα 3.2, όταν κλείνει ο διακόπτης»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=1,696$, $df=4$, $p=0,428>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 2 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=1,207$, $df=2$, $p=0,547>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 2 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον Πίνακα 3.3 φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

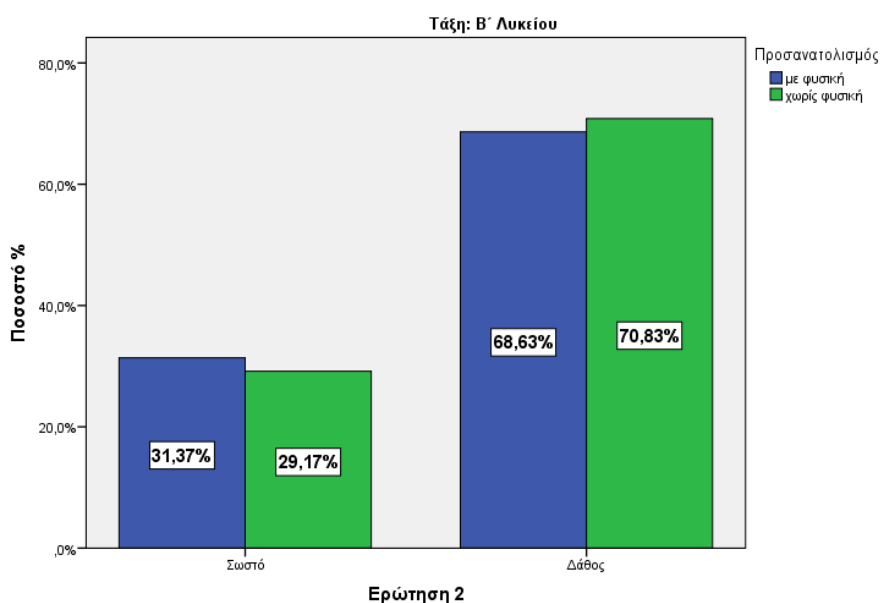
Πίνακας 3.3. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 2 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	1,696	2	,428
	Likelihood Ratio	1,719	2	,423
	Linear-by-Linear Association	1,117	1	,291
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	1,207	2	,547
	Likelihood Ratio	1,209	2	,546
	Linear-by-Linear Association	1,178	1	,278
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 2 σε **Σωστές και Λάθος** για καθεμιά από τις δύο τάξεις. Στα **Γραφήματα 3.11 και 3.12** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, για κάθε τάξη.



Γράφημα 3.11. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 2**: «Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση ανάμεσα στα άκρα Κ και Α του κυκλώματος στο Σχήμα 3.2, όταν κλείνει ο διακόπτης»



Γράφημα 3.12. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 2**: «Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση ανάμεσα στα άκρα Κ και Α του κυκλώματος στο Σχήμα 3.2, όταν κλείνει ο διακόπτης»

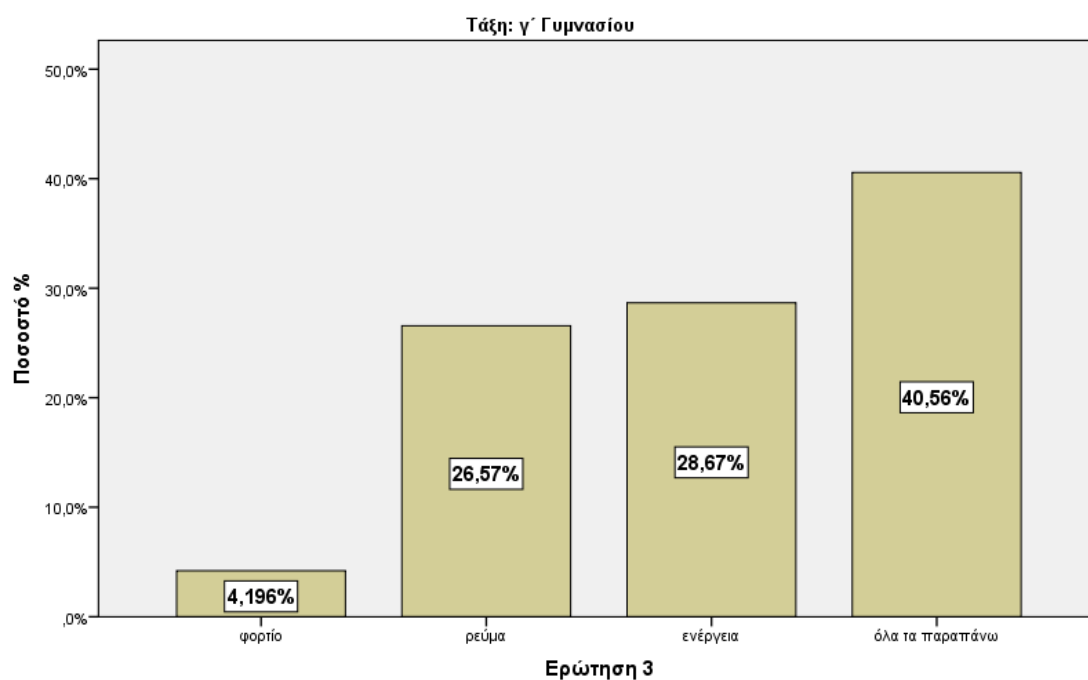
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0,751$, $df=1$, $p=0,386>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 2 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=0,083$, $df=1$, $p=0,773>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 2 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.4** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.4. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 2 και του προσανατολισμού σπουδών

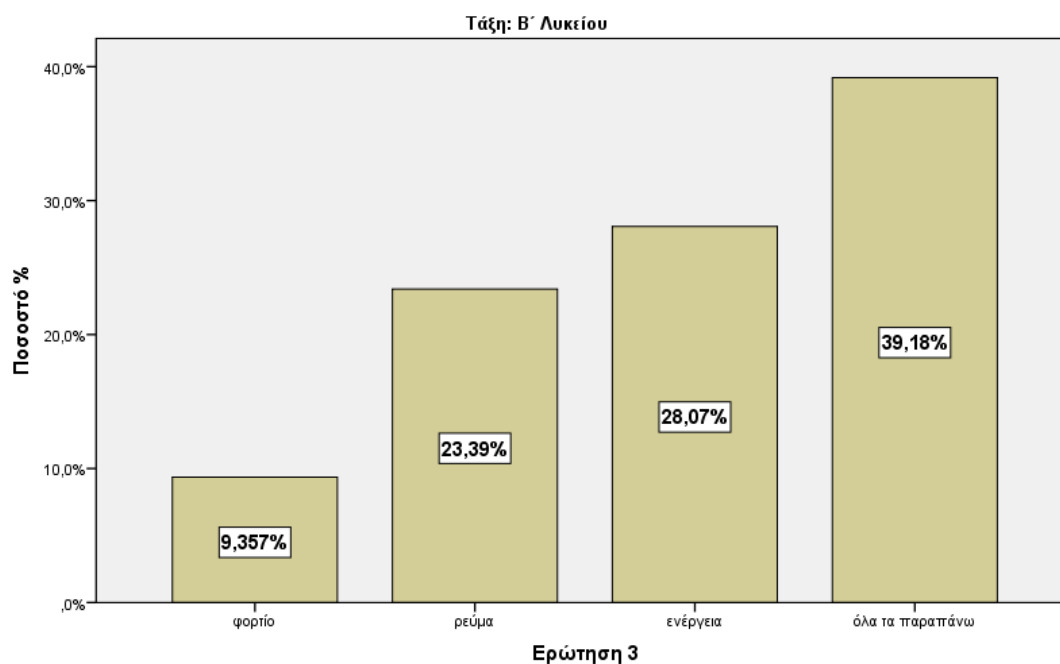
Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,751	1	,386		
	Continuity Correction	,477	1	,490		
	Likelihood Ratio	,749	1	,387		
	Fisher's Exact Test				,481	,244
	Linear-by-Linear Association	,746	1	,388		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,083	1	,773		
	Continuity Correction	,011	1	,916		
	Likelihood Ratio	,083	1	,774		
	Fisher's Exact Test				,855	,454
	Linear-by-Linear Association	,083	1	,774		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 3** είναι: σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνεται: (Α) ηλεκτρικό φορτίο, (Β) ηλεκτρικό ρεύμα, (Γ) ενέργεια, (Δ) όλα τα παραπάνω. Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 3 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.13** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.14**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Γ) και δόθηκε από το 28,67% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 28,07% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (Δ) συγκέντρωσε το μεγαλύτερο ποσοστό από τις τρεις απαντήσεις στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο.

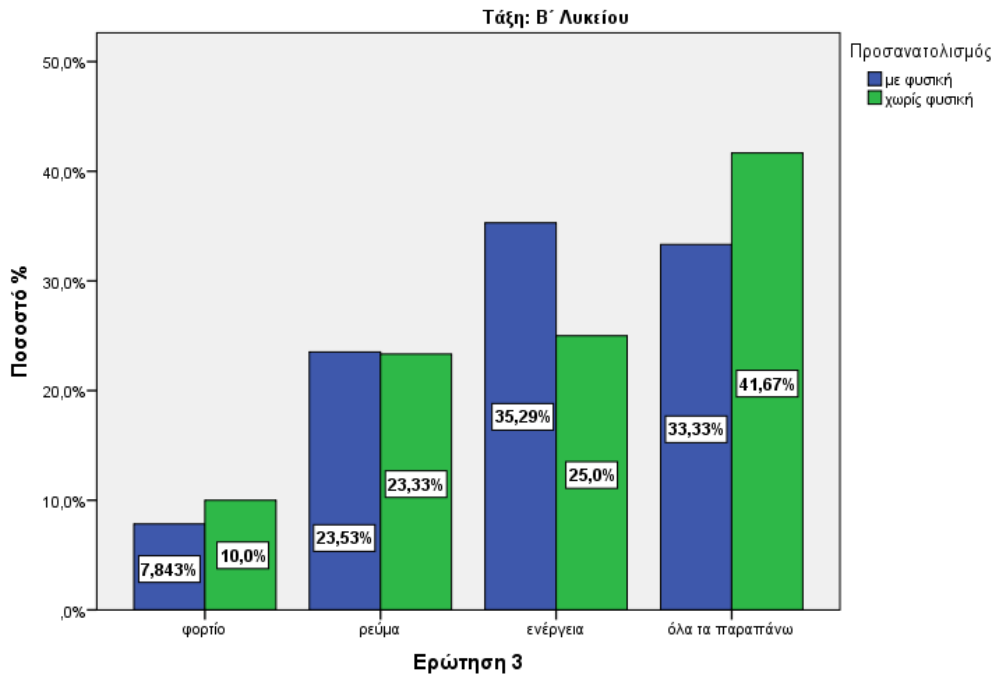


Γράφημα 3.13. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην **Ερώτηση 3: «Σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνεται»**

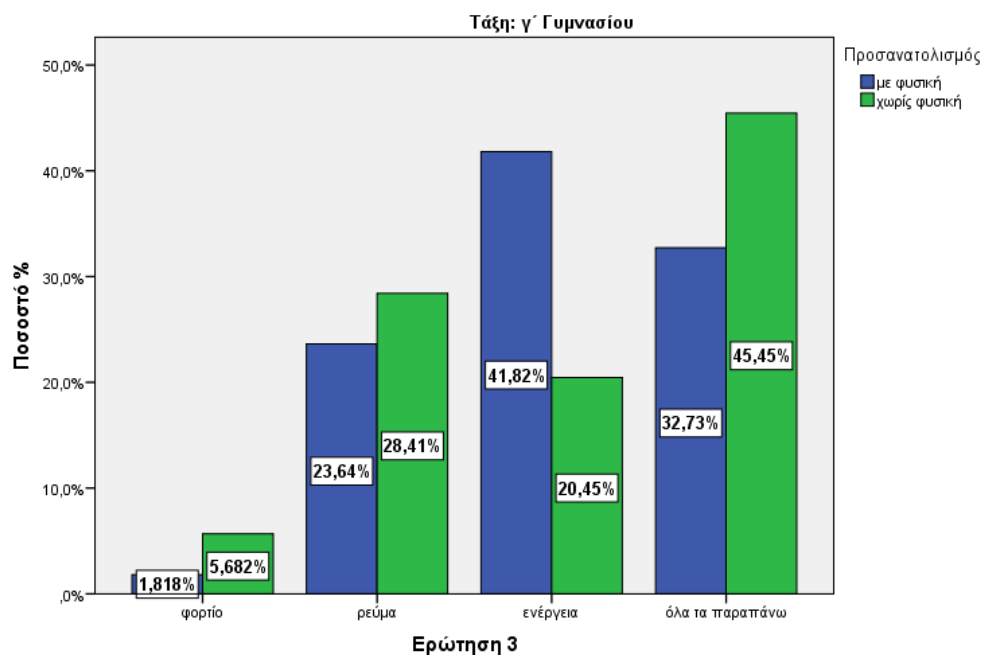


Γράφημα 3.14. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην **Ερώτηση 3: «Σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνεται»**

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 3 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.15** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.16**.



Γράφημα 3.15. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 3: «Σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνεται»



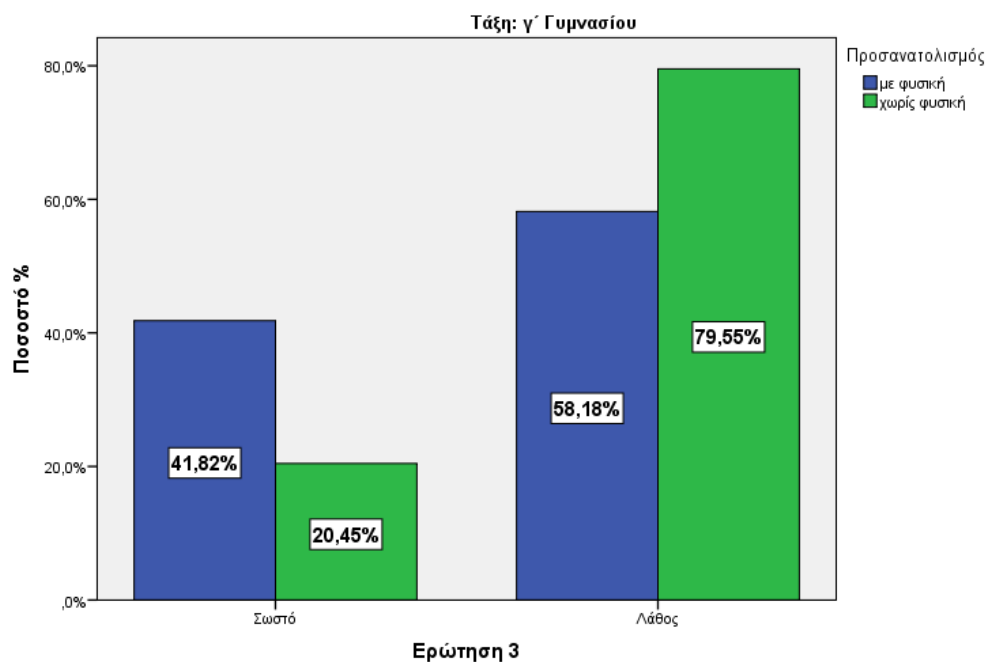
Γράφημα 3.16. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 3: «Σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνεται»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=8,234$, $df=3$, $p=0,041<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 3 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=2,164$, $df=3$, $p=0,539>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 3 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.5** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

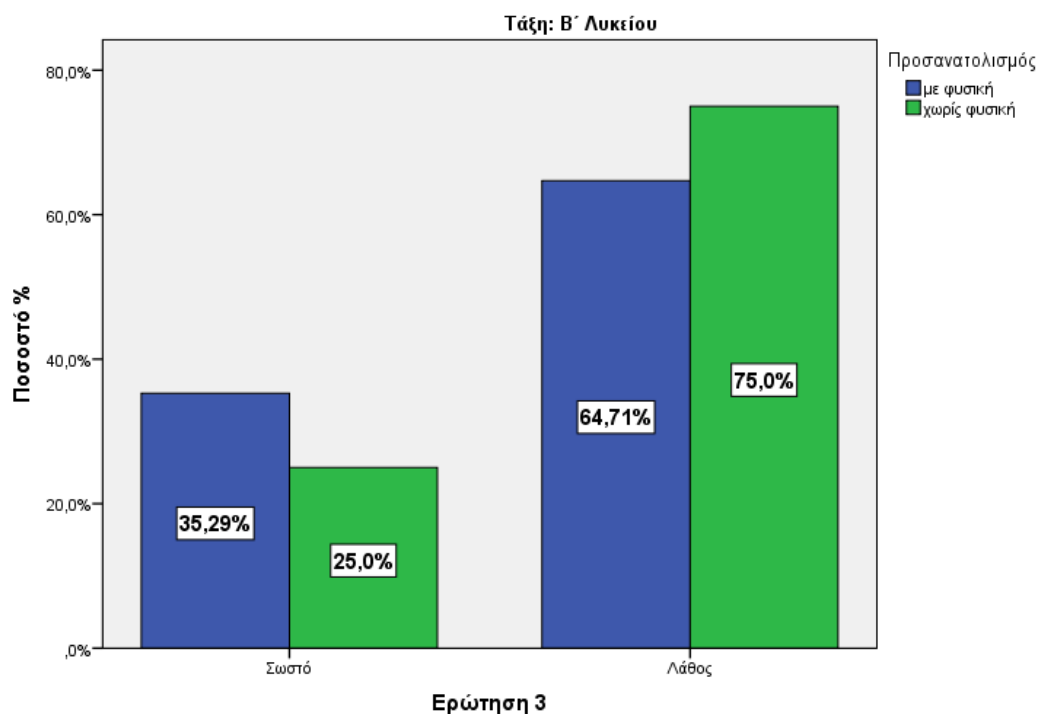
Πίνακας 3.5. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 3 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	8,234	3	,041
	Likelihood Ratio	8,250	3	,041
	Linear-by-Linear Association	,000	1	,989
	N of Valid Cases	143		
	B' Λυκείου	Pearson Chi-Square	2,164	3
B' Λυκείου	Likelihood Ratio	2,134	3	,545
	Linear-by-Linear Association	,063	1	,801
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 3 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.17 και 3.18** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**. Μάλιστα στο Γυμνάσιο είναι υπερδιπλάσιο.



***Γράφημα 3.17.** Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 3: «Σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνεται»*



***Γράφημα 3.18.** Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 3: «Σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνεται»*

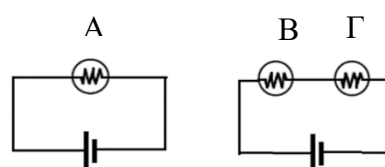
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=7,553$, $df=1$, $p=0,006<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 3 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Αντίθετα, για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=1,878$, $df=1$, $p=0,171>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 3 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.6** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.6. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 3 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	7,553	1	,006	,008	,006
	Continuity Correction	6,545	1	,011		
	Likelihood Ratio	7,431	1	,006		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	7,501	1	,006		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	1,878	1	,171	,195	,119
	Continuity Correction	1,403	1	,236		
	Likelihood Ratio	1,833	1	,176		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	1,867	1	,172		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 4** είναι: οι τρεις λαμπτήρες Α, Β, Γ στα δύο κυκλώματα του **Σχήματος 3.3** είναι ίδιοι και οι δύο πηγές είναι ίδιες. Ποιο από τα παρακάτω ισχύει για τη φωτοβολία των λαμπτήρων:

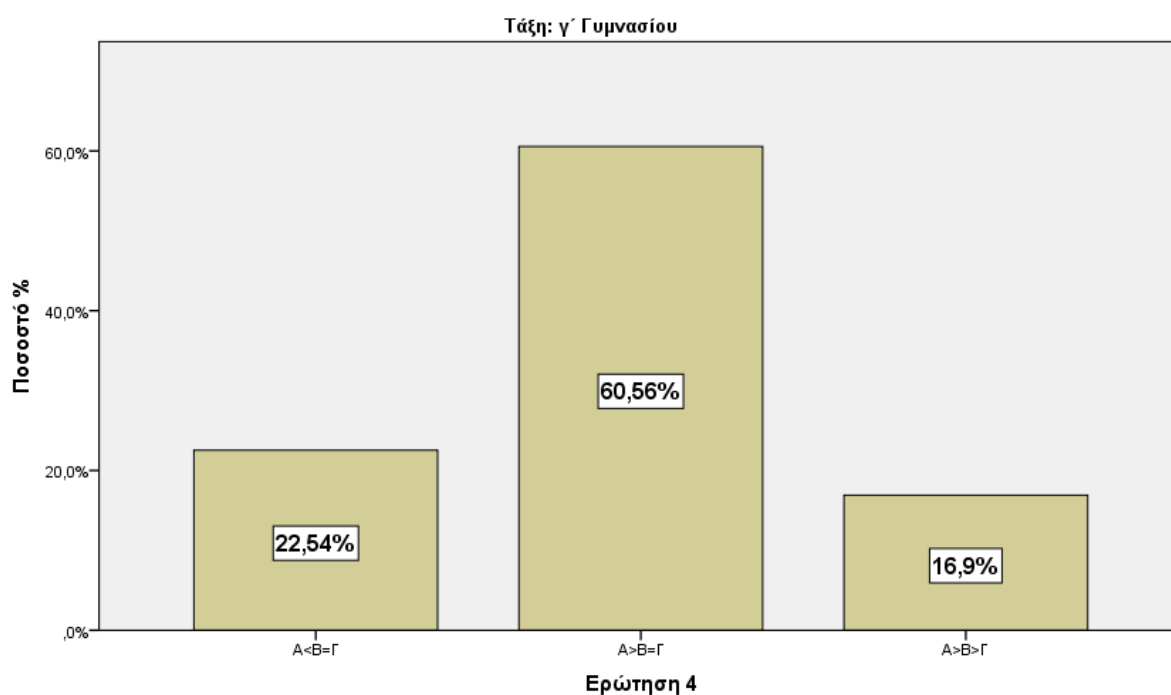
(Α) $A < B = \Gamma$, (Β) $A > B = \Gamma$, (Γ) $A > B > \Gamma$.



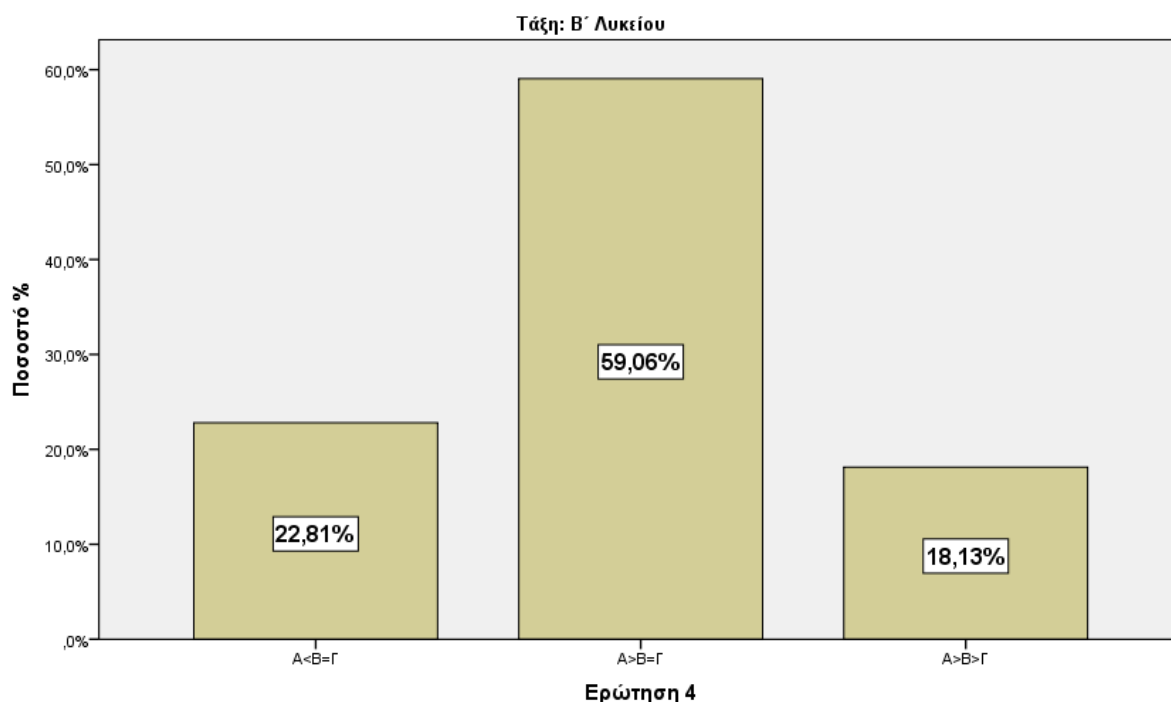
Σχήμα 3.3

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 4 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.19** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.20**.

Η σωστή απάντηση είναι η (B) και δόθηκε από το 60,56% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 59,06% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (B) δόθηκε από το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και του Γυμνασίου και του Λυκείου. Δηλαδή η πλειοψηφία των μαθητών και στις δύο τάξεις απαντά σωστά ότι η φωτοβολία καθενός από τους δύο λαμπτήρες σε σειρά που συνδέονται σε μία πηγή, είναι μικρότερη σε σχέση με τη φωτοβολία του ενός λαμπτήρα, ο οποίος συνδέεται στην ίδια πηγή. Στην ερώτηση αυτή οι μαθητές φαίνεται να αντιλήφθηκαν ότι όταν προστίθενται στη σειρά λαμπτήρες, η αντίσταση του κλάδου αυξάνεται και η ένταση του ρεύματος μειώνεται.

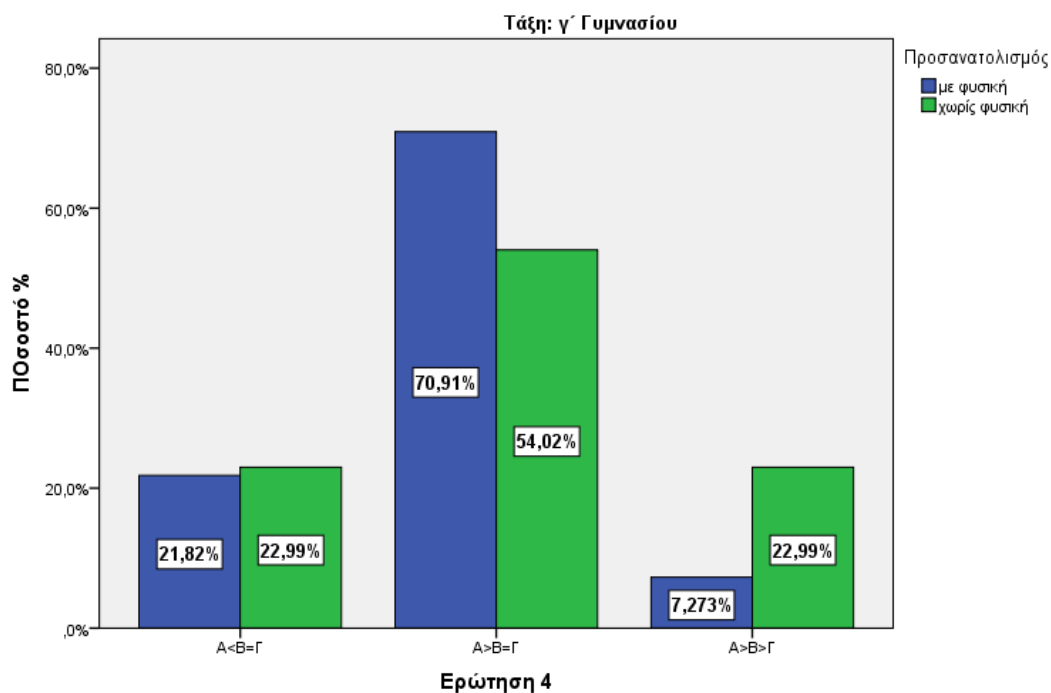


Γράφημα 3.19. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην **Ερώτηση 4**: «Ποιο από τα παρακάτω ισχύει για τη φωτοβολία των λαμπτήρων του Σχήματος 3.3»

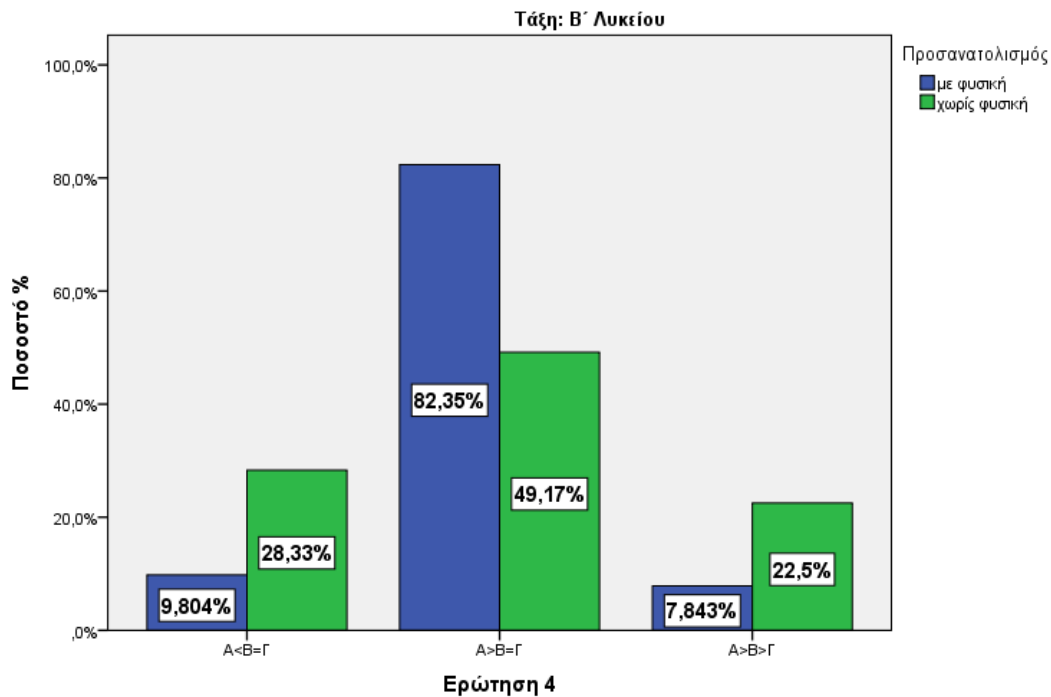


Γράφημα 3.20. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην **Ερώτηση 4**: «ποιο από τα παρακάτω ισχύει για τη φωτοβολία των λαμπτήρων του Σχήματος 3.3»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 4 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.21** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.22**.



Γράφημα 3.21. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην **Ερώτηση 4**: «ποιο από τα παρακάτω ισχύει για τη φωτοβολία των λαμπτήρων του Σχήματος 3.3»



Γράφημα 3.22. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 4:** «ποιο από τα παρακάτω ισχύει για τη φωτοβολία των λαμπτήρων του Σχήματος 3.3»

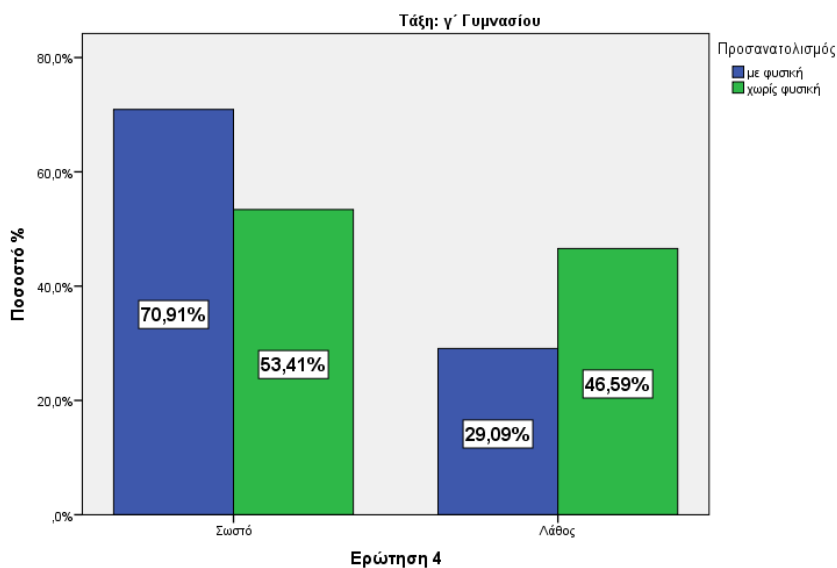
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=6,531$, $df=2$, $p=0,038<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 4 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=16,302$, $df=2$, $p<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 4 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.7** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.7. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην

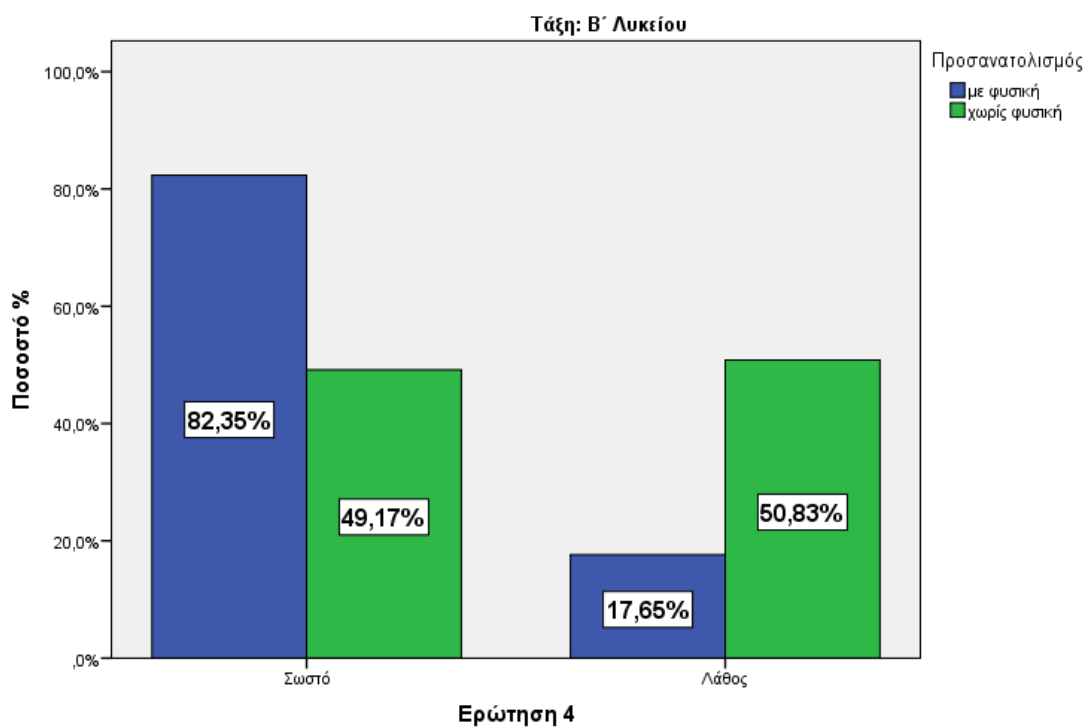
Ερώτηση 4 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	6,531	2	,038
	Likelihood Ratio	7,137	2	,028
	Linear-by-Linear Association	1,810	1	,179
	N of Valid Cases	142		
	B' Λυκείου	Pearson Chi-Square	16,302	2
	Likelihood Ratio	17,551	2	,000
	Linear-by-Linear Association	,131	1	,717
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 4 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.23 και 3.24** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**.



ράφημα 3.23. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 4: «ποιο από τα παρακάτω ισχύει για τη φωτοβολία των λαμπτήρων του Σχήματος 3.3»**



Γράφημα 3.24. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 4:** «ποιο από τα παρακάτω ισχύει για τη φωτοβολία των λαμπτήρων του Σχήματος 3.3»

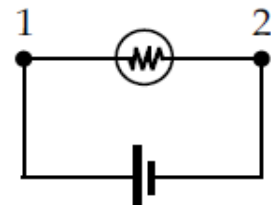
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=4,324$, $df=1$, $p=0,038<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 4 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Παρομοίως, για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=16,302$, $df=1$, $p<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 4 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.8** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών στην Ερώτηση 4 και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.8. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 4 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	4,324	1	,038	,053	,028
	Continuity Correction	3,625	1	,057		
	Likelihood Ratio	4,407	1	,036		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	4,294	1	,038		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	16,302	1	,000	,000	,000
	Continuity Correction	14,958	1	,000		
	Likelihood Ratio	17,551	1	,000		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	16,207	1	,000		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 5** είναι: Σύγκρινε το ρεύμα στο σημείο 1 με το ρεύμα στο σημείο 2, στο κύκλωμα του **Σχήματος 3.4**. Σε ποιο σημείο το ρεύμα είναι μεγαλύτερο;

Υπάρχουν οι παρακάτω επιλογές: (Α) στο σημείο 1, (Β) στο σημείο 2, (Γ) τα ρεύματα είναι τα ίδια και έχουν την ίδια κατεύθυνση, (Δ) τα ρεύματα είναι τα ίδια και έχουν αντίθετες κατευθύνσεις.

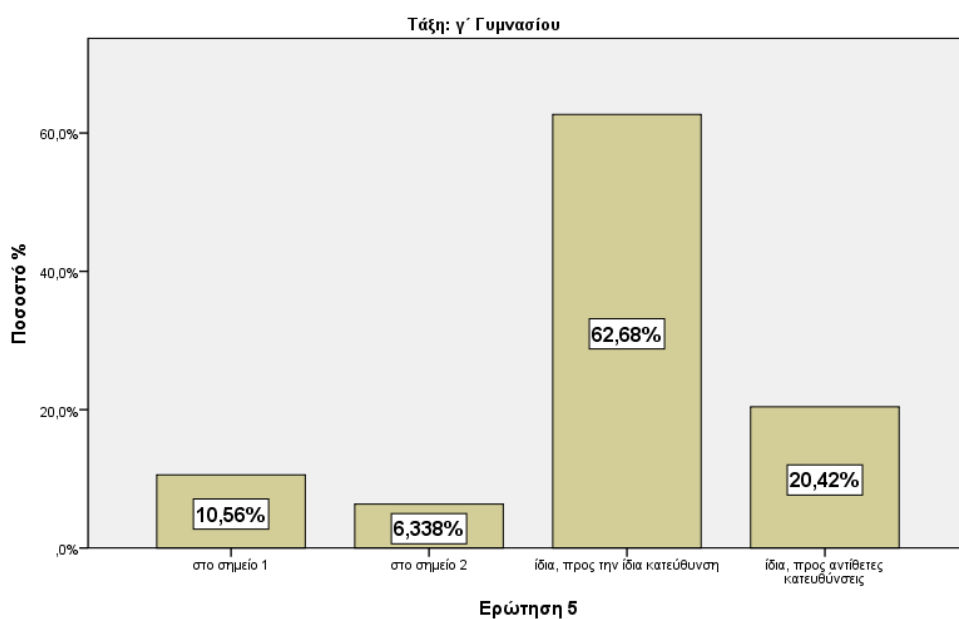


Σχήμα 3.4

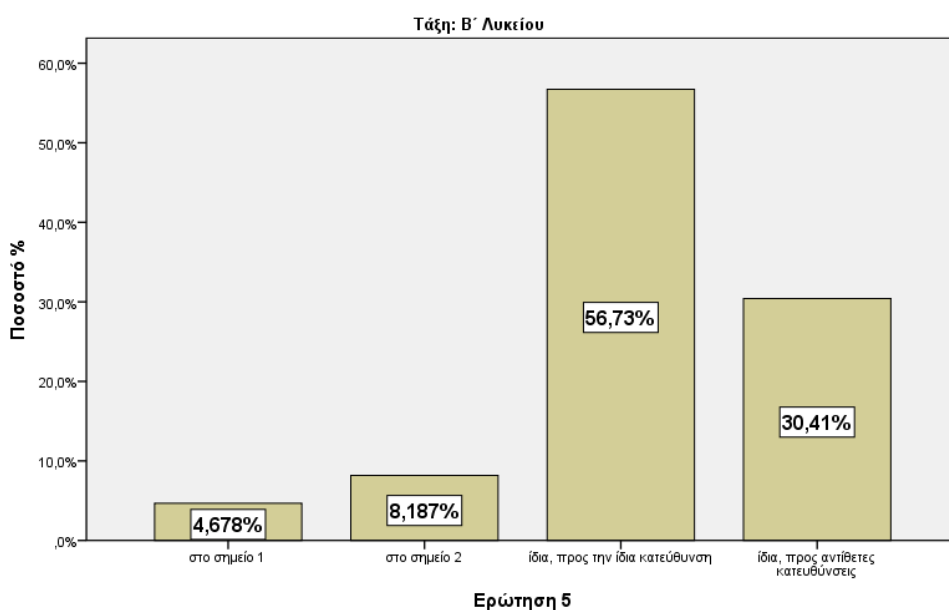
Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 5 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.25** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.26**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Γ) και δόθηκε από το 62,68% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 56,73% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Τη σωστή απάντηση έδωσε η πλειοψηφία των μαθητών τόσο στο Γυμνάσιο, όσο και στο Λύκειο, δηλαδή η πλειοψηφία των μαθητών τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Λύκειο, απάντησαν ότι το ρεύμα έχει την ίδια τιμή και την ίδια κατεύθυνση σε όλα τα σημεία του κυκλώματος. Η απάντηση ότι το ρεύμα

έχει διαφορετικές τιμές σε δύο διαφορετικά σημεία του κυκλώματος, πήρε μικρά ποσοστά 4-10% και παραπέμπει στο μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος. Η απάντηση ότι τα ρεύματα σε δύο διαφορετικά σημεία του κυκλώματος είναι ίδια, αλλά κατευθύνονται προς αντίθετες κατευθύνσεις συγκέντρωσε το 20,42% στο Γυμνάσιο και το 30,41% στο Λύκειο και παραπέμπει στο μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων.

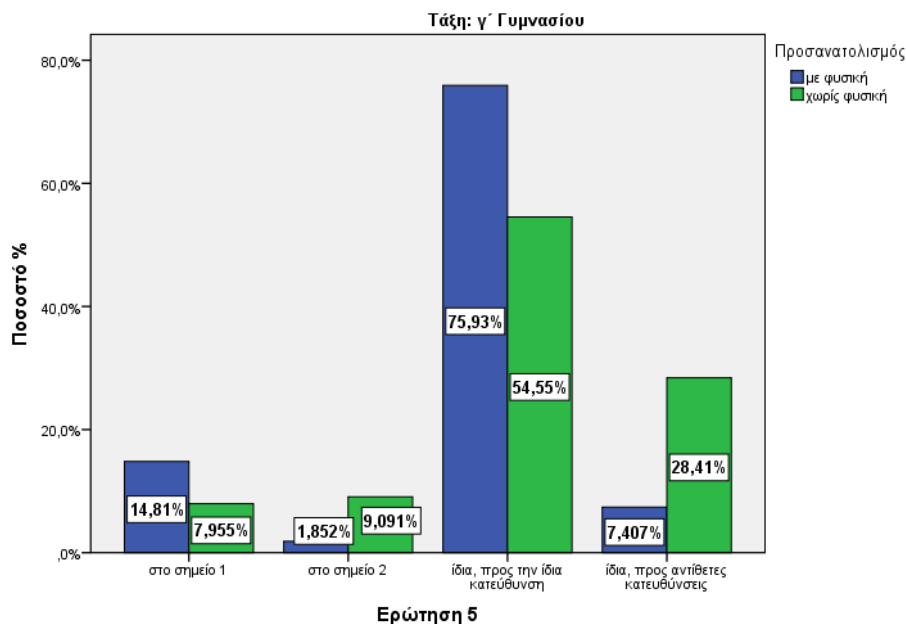


Γράφημα 3.25. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην **Ερώτηση 5:** «Σύγκρινε το ρεύμα στο σημείο 1 με το ρεύμα στο σημείο 2, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.4. Σε ποιο σημείο το ρεύμα είναι μεγαλύτερο»

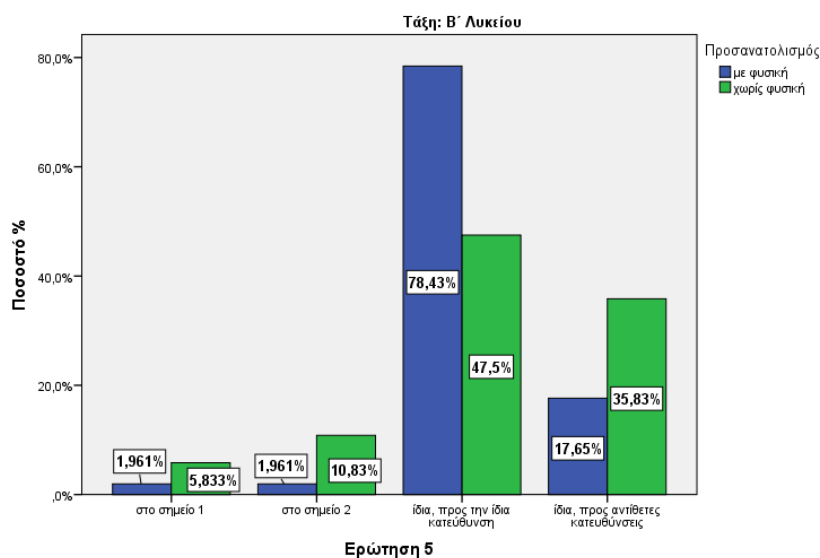


Γράφημα 3.26. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην **Ερώτηση 5:** «Σύγκρινε το ρεύμα στο σημείο 1 με το ρεύμα στο σημείο 2, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.4. Σε ποιο σημείο το ρεύμα είναι μεγαλύτερο»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 5 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.27** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.28**.



Γράφημα 3.27. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 5: «Σύγκρινε το ρεύμα στο σημείο 1 με το ρεύμα στο σημείο 2, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.4. Σε ποιο σημείο το ρεύμα είναι μεγαλύτερο»



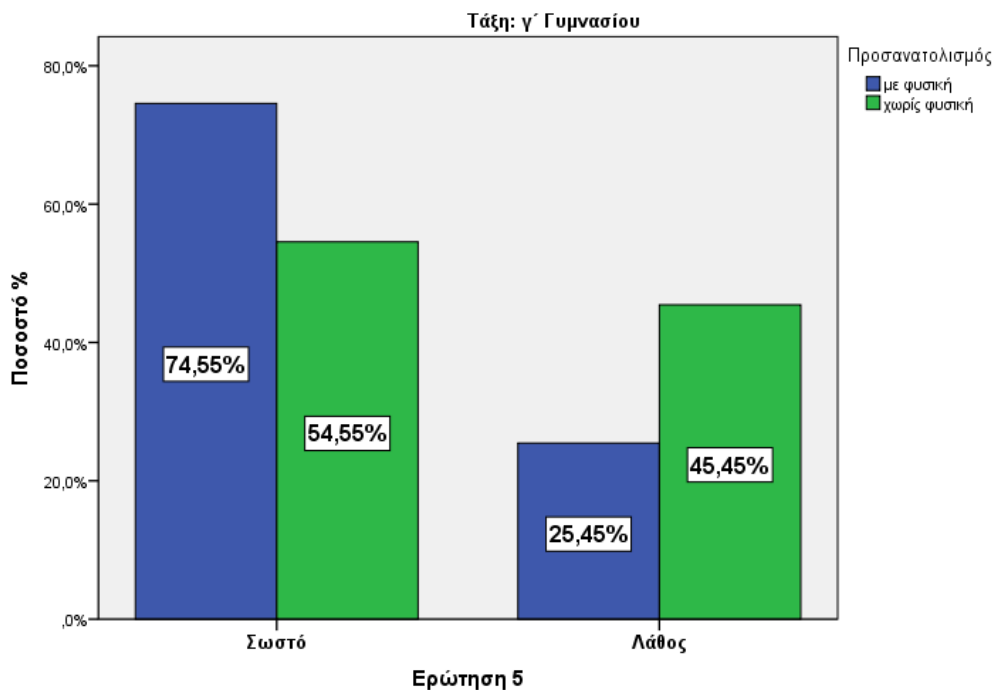
Γράφημα 3.28. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 5: «Σύγκρινε το ρεύμα στο σημείο 1 με το ρεύμα στο σημείο 2, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.4. Σε ποιο σημείο το ρεύμα είναι μεγαλύτερο»

Για να εφαρμόσουμε το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την Ερώτηση 5, οδηγηθήκαμε στη συγχώνευση των δύο πρώτων κατηγοριών-απαντήσεων (Α) και (Β), επειδή ο αναμενόμενος αριθμός των παρατηρήσεων σε κάποια κελιά του πίνακα συνάφειας είναι μικρότερος του πέντε και έτσι δεν πληρείται μια προϋπόθεση για την εφαρμογή του κριτηρίου. Μετά τη συγχώνευση αυτή, για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=9,671$, $df=2$, $p=0,008<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 5 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=14,448$, $df=2$, $p=0,001<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 5 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.9** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

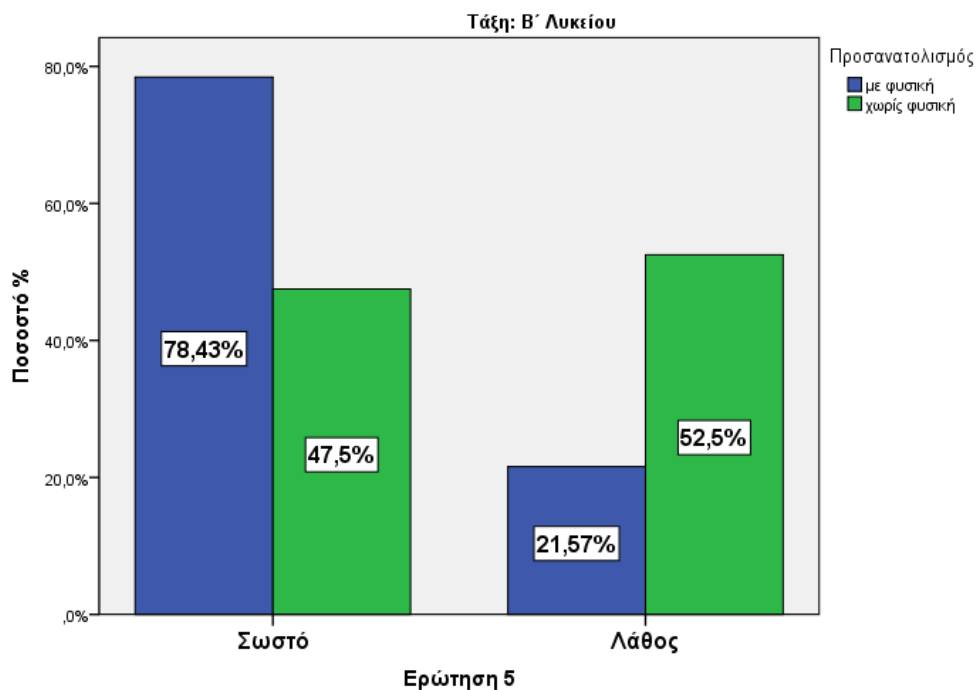
Πίνακας 3.9. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 5 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	9,671	2	,008
	Likelihood Ratio	10,780	2	,005
	Linear-by-Linear Association	1,579	1	,209
	N of Valid Cases	142		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	14,448	2	,001
	Likelihood Ratio	15,609	2	,000
	Linear-by-Linear Association	,232	1	,630
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 5 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.29 και 3.30** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**.



Γράφημα 3.29. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 5**: «Σύγκρινε το ρεύμα στο σημείο 1 με το ρεύμα στο σημείο 2, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.4. Σε ποιο σημείο το ρεύμα είναι μεγαλύτερο»



Γράφημα 3.30. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 5**: «Σύγκρινε το ρεύμα στο σημείο 1 με το ρεύμα στο σημείο 2, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.4. Σε ποιο σημείο το ρεύμα είναι μεγαλύτερο»

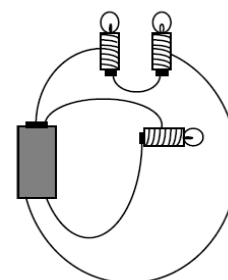
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=5,760$, $df=1$, $p=0,016<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 5 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=13,949$, $df=1$, $p<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 5 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.10** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.10. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 5 και του προσανατολισμού σπουδών

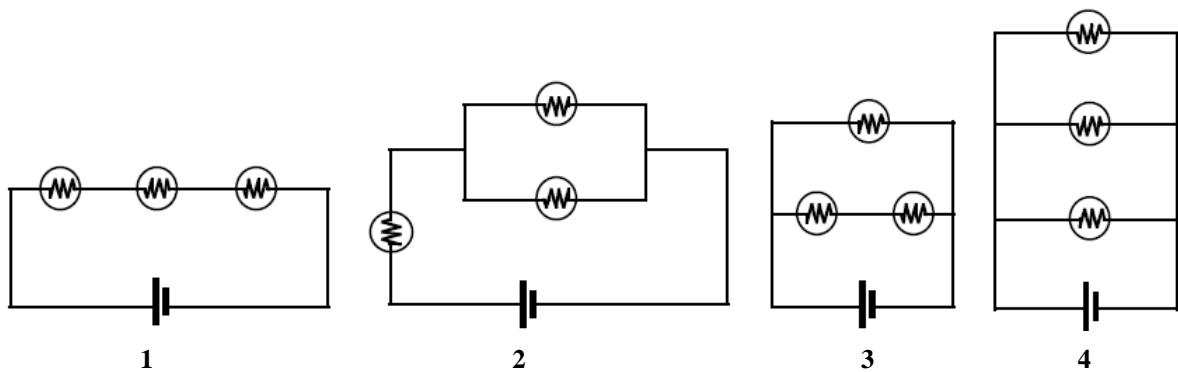
Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	5,760	1	,016		
	Continuity Correction	4,941	1	,026		
	Likelihood Ratio	5,920	1	,015		
	Fisher's Exact Test				,021	,012
	Linear-by-Linear Association	5,720	1	,017		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	13,949	1	,000		
	Continuity Correction	12,717	1	,000		
	Likelihood Ratio	14,716	1	,000		
	Fisher's Exact Test				,000	,000
	Linear-by-Linear Association	13,867	1	,000		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 6** είναι: Ποιο σχηματικό διάγραμμα του **Σχήματος 3.6** αναπαριστά το πραγματικό κύκλωμα που απεικονίζεται στο **Σχήμα 3.5**;

- (Α) το διάγραμμα 1
- (Β) το διάγραμμα 2
- (Γ) το διάγραμμα 3
- (Δ) το διάγραμμα 4
- (Ε) κανένα από τα παραπάνω



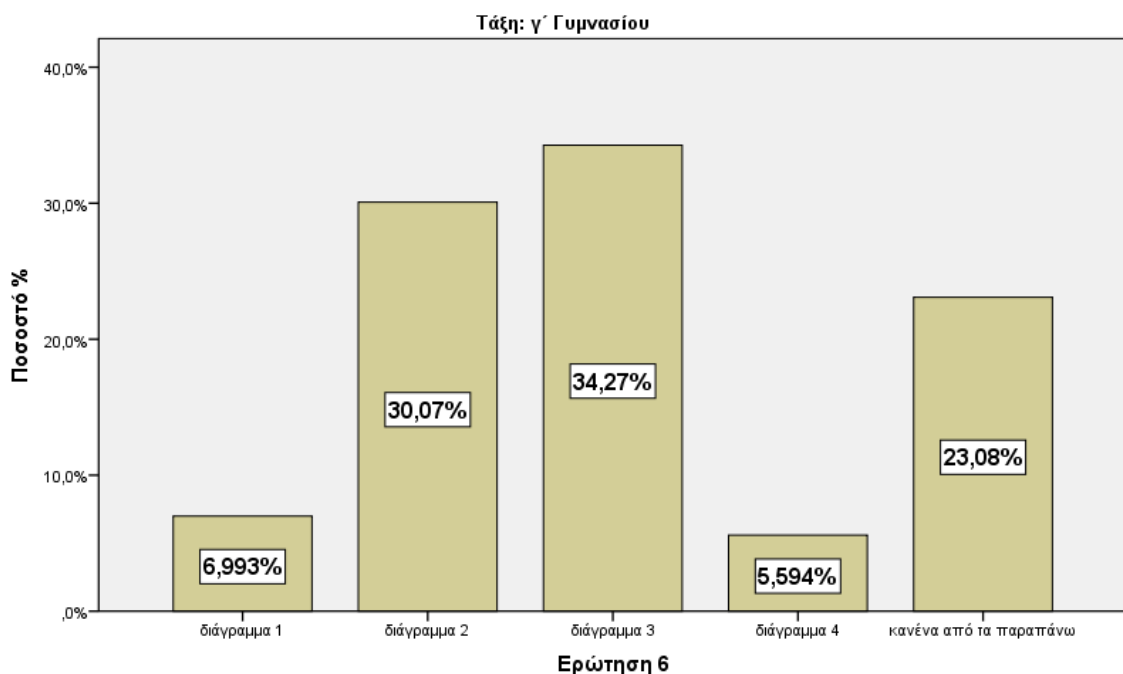
Σχήμα 3.5



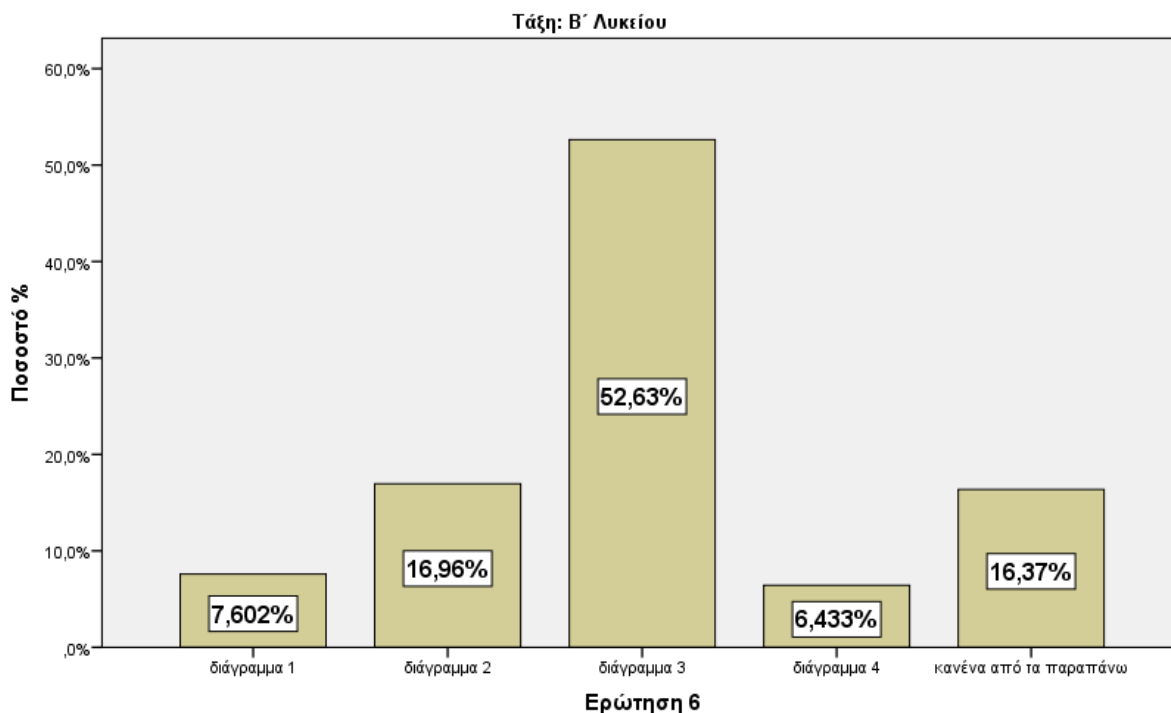
Σχήμα 3.6

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 6 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.31** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.32**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Γ) και δόθηκε από το 34,27% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 52,63% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (Γ) συγκέντρωσε μεταξύ των πέντε απαντήσεων, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και των δύο τάξεων.

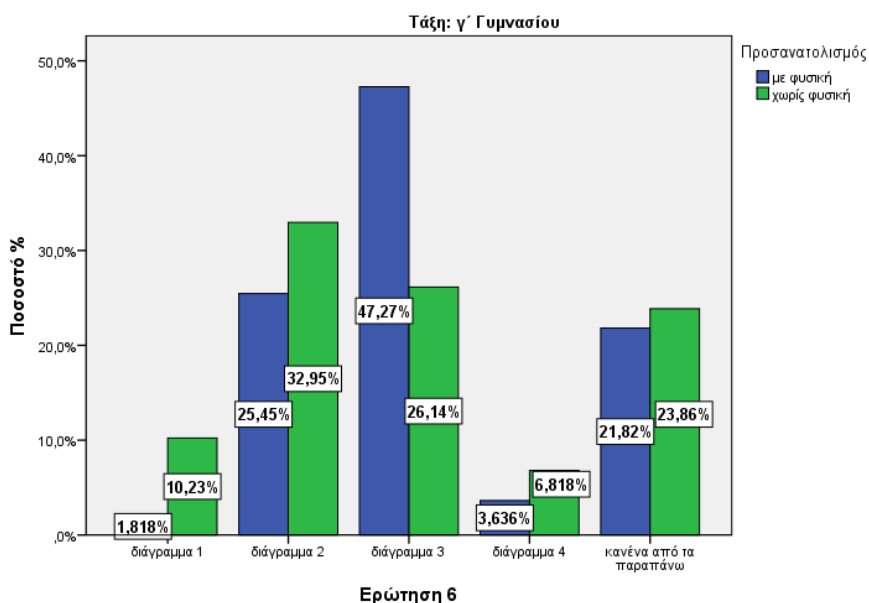


Γράφημα 3.31. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην **Ερώτηση 6**: «Ποιο σχηματικό διάγραμμα του Σχήματος 3.6 αναπαριστά το πραγματικό κύκλωμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5»

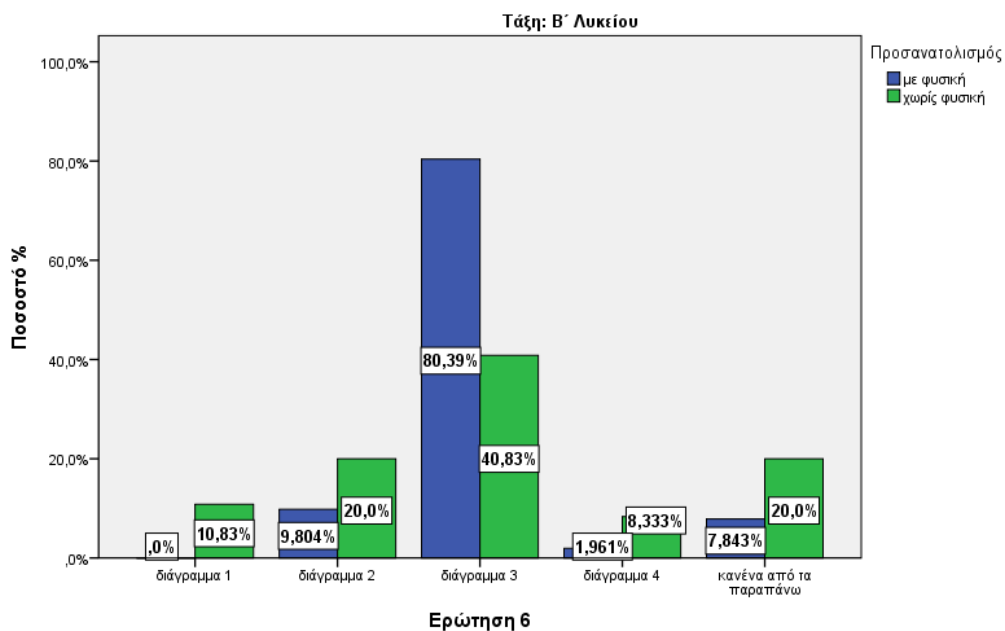


Γράφημα 3,32. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 6: «Ποιο σχηματικό διάγραμμα του Σχήματος 3.6 αναπαριστά το πραγματικό κύκλωμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 6 που έδωσαν οι μαθητές της γ΄ Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.33** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β΄ Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.34**.



Γράφημα 3.33. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 6: «Ποιο σχηματικό διάγραμμα του Σχήματος 3.6 αναπαριστά το πραγματικό κύκλωμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5»



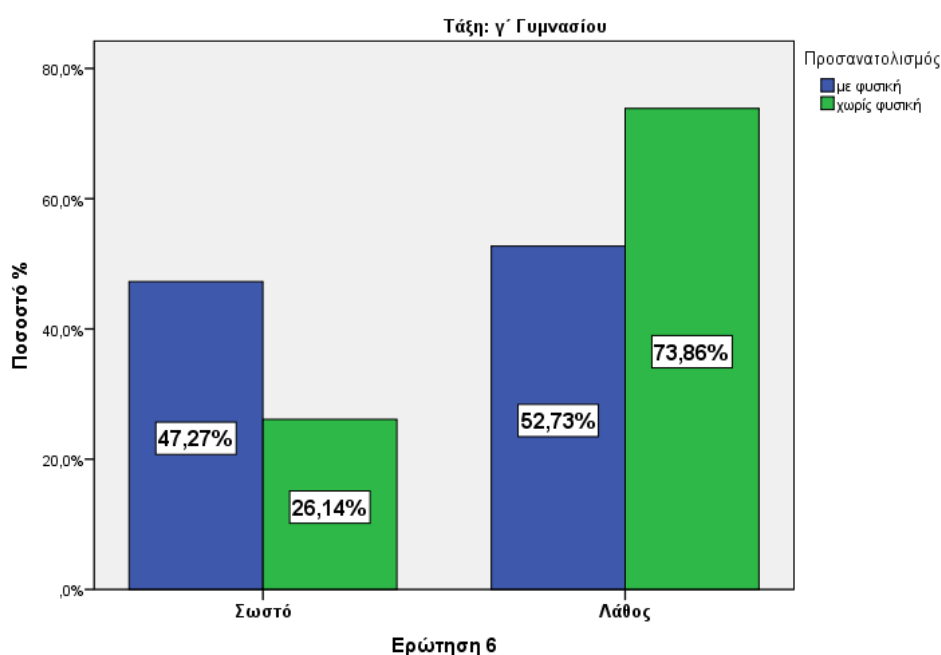
Γράφημα 3.34. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 6: «Ποιο σχηματικό διάγραμμα του Σχήματος 3.6 αναπαριστά το πραγματικό κύκλωμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5»

Για να εφαρμόσουμε το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την Ερώτηση 6, οδηγηθήκαμε στη συγχώνευση των τριών κατηγοριών-απαντήσεων (Α), (Β) και (Δ), επειδή ο αναμενόμενος αριθμός των παρατηρήσεων σε κάποια κελιά του πίνακα συνάφειας είναι μικρότερος του πέντε και έτσι δεν πληρείται μια προϋπόθεση για την εφαρμογή του κριτηρίου. Μετά τη συγχώνευση αυτή, για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=7,366$, $df=2$, $p=0,025<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 6 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=22,542$, $df=2$, $p<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 6 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.11** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

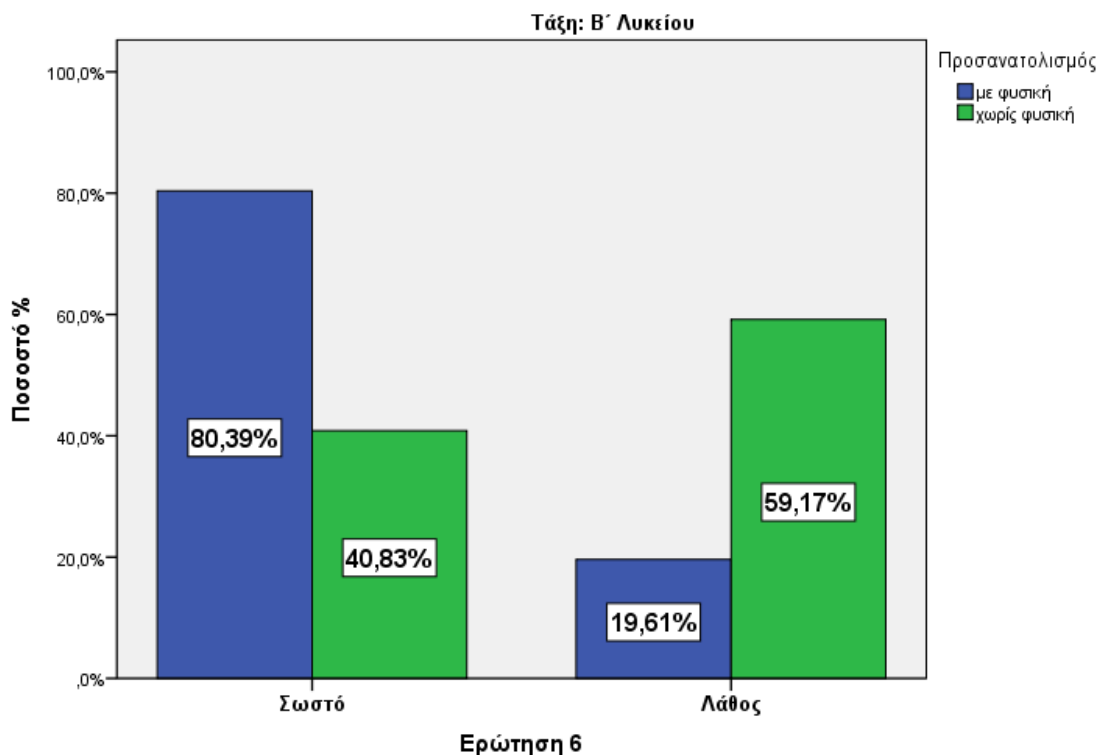
Πίνακας 3.11. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 6 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	7,366	2	,025
	Likelihood Ratio	7,361	2	,025
	Linear-by-Linear Association	1,578	1	,209
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	22,542	2	,000
	Likelihood Ratio	23,948	2	,000
	Linear-by-Linear Association	1,828	1	,176
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 6 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.35 και 3.36** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, για κάθε τάξη.



Γράφημα 3.35. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 6: «Ποιο σχηματικό διάγραμμα του Σχήματος 3.6 αναπαριστά το πραγματικό κύκλωμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5»



Γράφημα 3.36. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 6**: «Ποιο σχηματικό διάγραμμα του Σχήματος 3.6 αναπαριστά το πραγματικό κύκλωμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5»

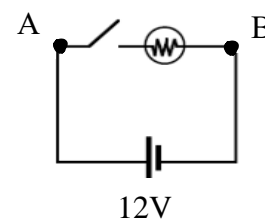
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=6,713$, $df=1$, $p=0,01<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 6 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=22,465$, $df=1$, $p<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 6 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.12** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.12. Σνδάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 6 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	6,713	1	,010		
	Continuity Correction	5,807	1	,016		
	Likelihood Ratio	6,645	1	,010		
	Fisher's Exact Test				,012	,008
	Linear-by-Linear Association	6,666	1	,010		
	N of Valid Cases	143				
	B' Λυκείου	Pearson Chi-Square	22,465	1	,000	
Continuity Correction		20,906	1	,000		
Likelihood Ratio		23,802	1	,000		
Fisher's Exact Test					,000	,000
Linear-by-Linear Association		22,334	1	,000		
N of Valid Cases		171				

Η **Ερώτηση 7** είναι: Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B, στο κύκλωμα του **Σχήματος 3.7**;

- (A) 12V
- (B) 0V
- (Γ) καμία από τις παραπάνω τιμές

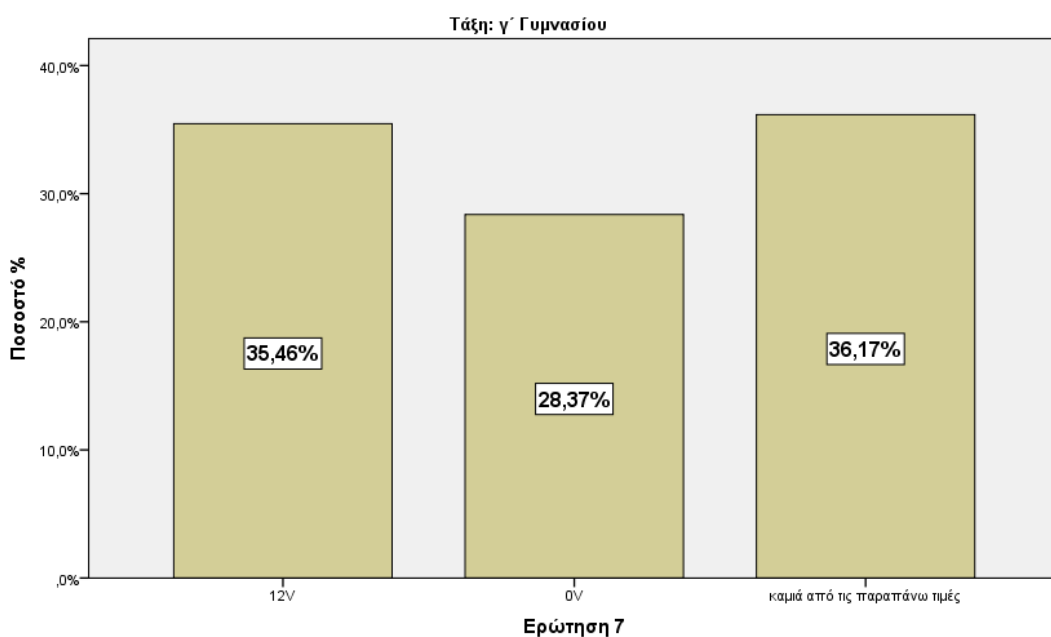


Σχήμα 3.7

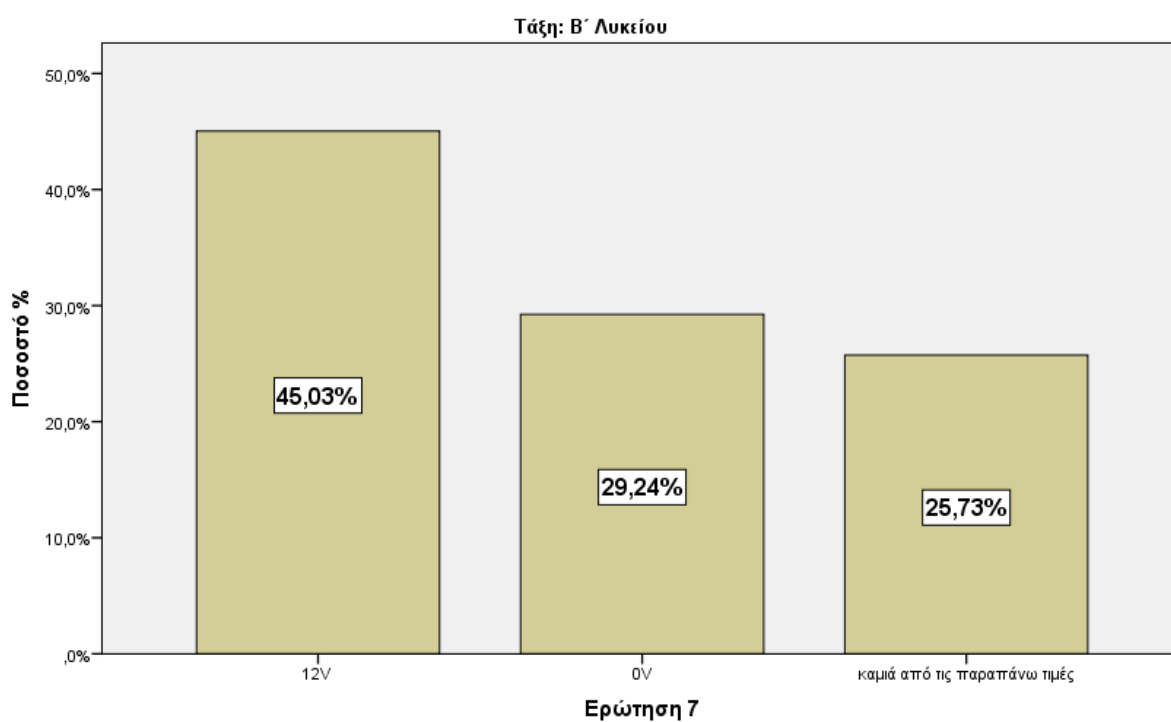
Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 7 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.37** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της B' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.38**.

Η σωστή απάντηση είναι η (A) και δόθηκε από το 36,46% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 45,03% των μαθητών του Γενικού Λυκείου.. Η απάντηση (A) έχει συγκεντρώσει, μεταξύ των τριών απαντήσεων, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών του Λυκείου.

Αντίθετα το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών του Γυμνασίου έδωσε την απάντηση (Γ), με μικρή όμως διαφορά από την σωστή απάντηση (Α).

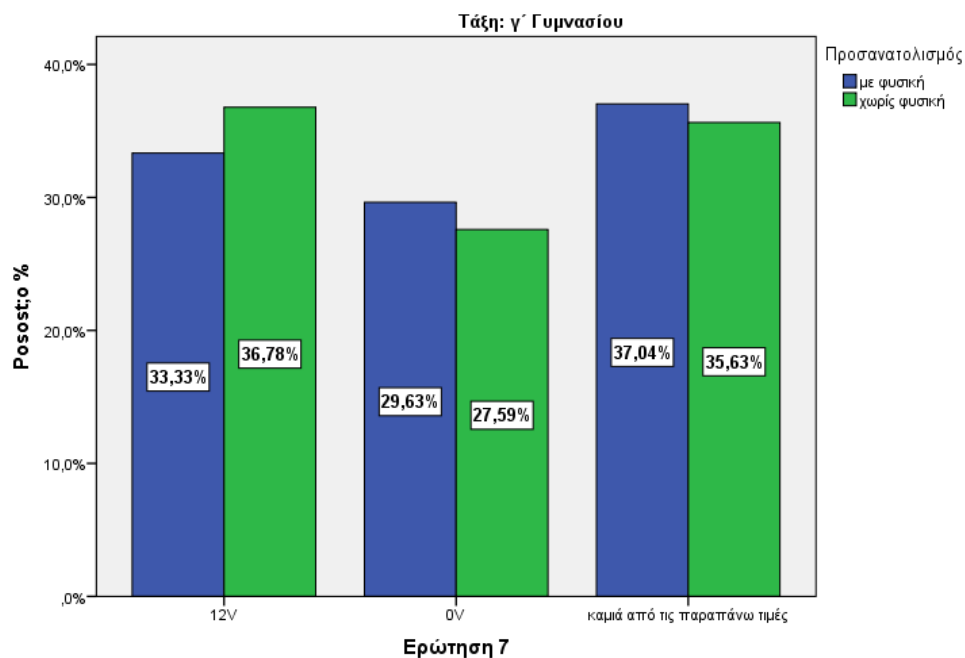


Γράφημα 3.37. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην Ερώτηση 7: «Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.7»

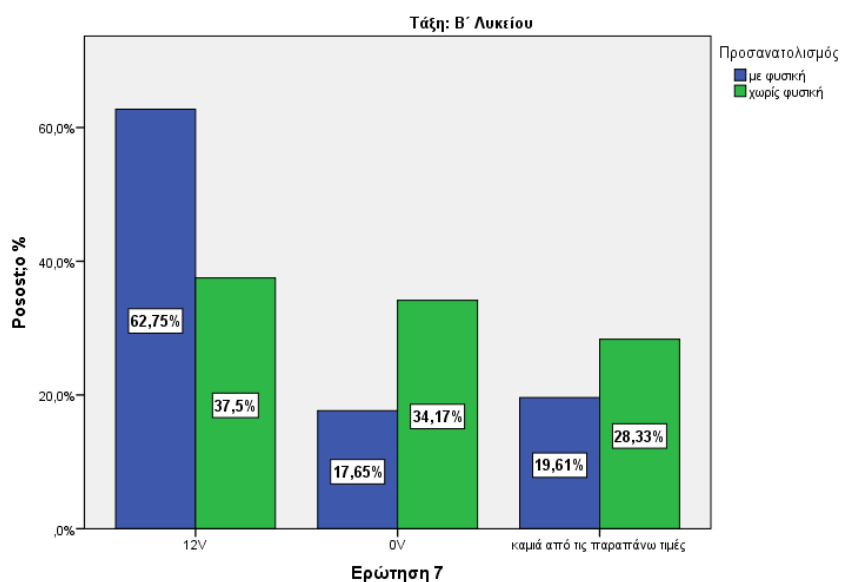


Γράφημα 3.38. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 7: «Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.7»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 7 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.39** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.40**.



Γράφημα 3.39. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 7: «Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.7»



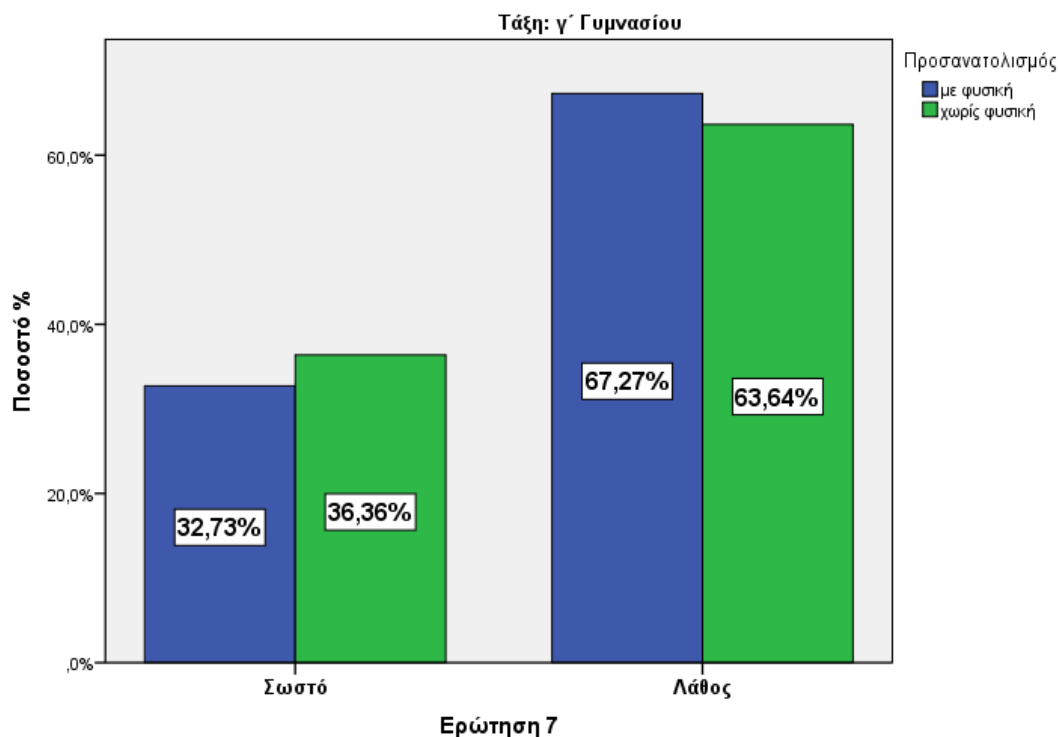
Γράφημα 3.40. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 7: «Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.7»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0,179$, $df=2$, $p=0,914>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 7 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=9,465$, $df=2$, $p=0,009<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 7 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.13** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

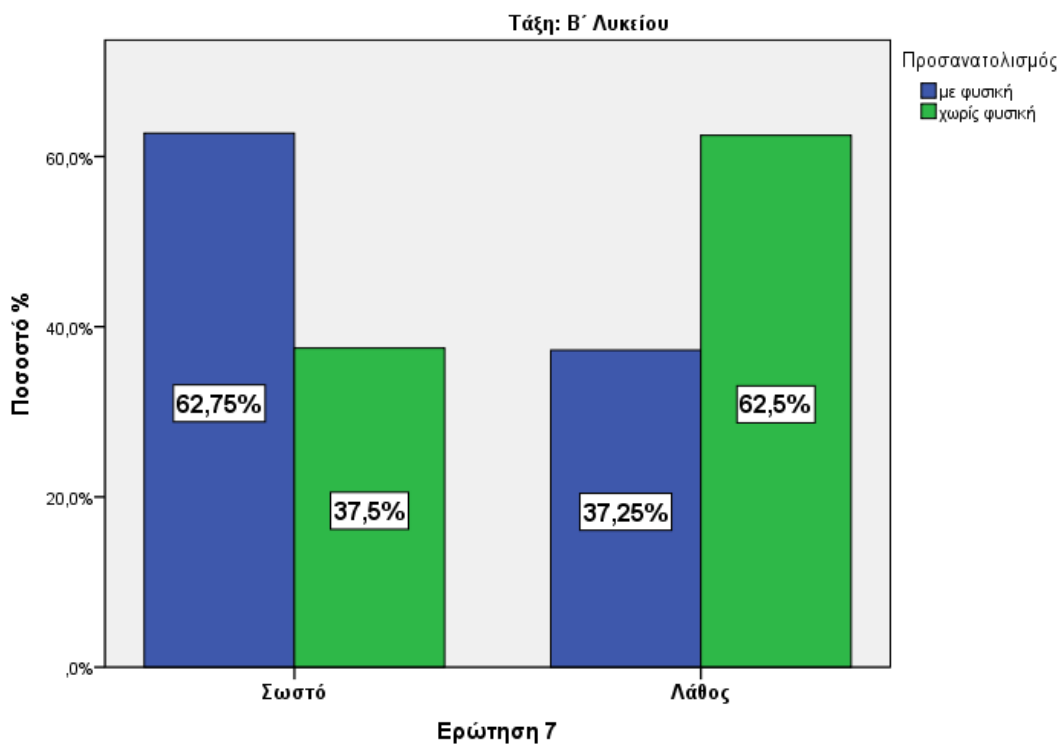
Πίνακας 3.13. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 7 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,179	2	,914
	Likelihood Ratio	,180	2	,914
	Linear-by-Linear Association	,109	1	,742
	N of Valid Cases	141		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	9,465	2	,009
	Likelihood Ratio	9,562	2	,008
	Linear-by-Linear Association	6,125	1	,013
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 7 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.41 και 3.42** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **στο Λύκειο**. **Στο Γυμνάσιο όμως το ποσοστό των σωστών απαντήσεων είναι μεγαλύτερο στον προσανατολισμό χωρίς φυσική.**



Γράφημα 3.41. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 7: «Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.7»



Γράφημα 3.42. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 7: «Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B, στο κύκλωμα του Σχήματος 3.7»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0.197$, $df=1$, $p=0,657>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 7 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=9,215$, $df=1$, $p=0,002<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 7 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.14** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.14. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 7 και του προσανατολισμού σπουδών

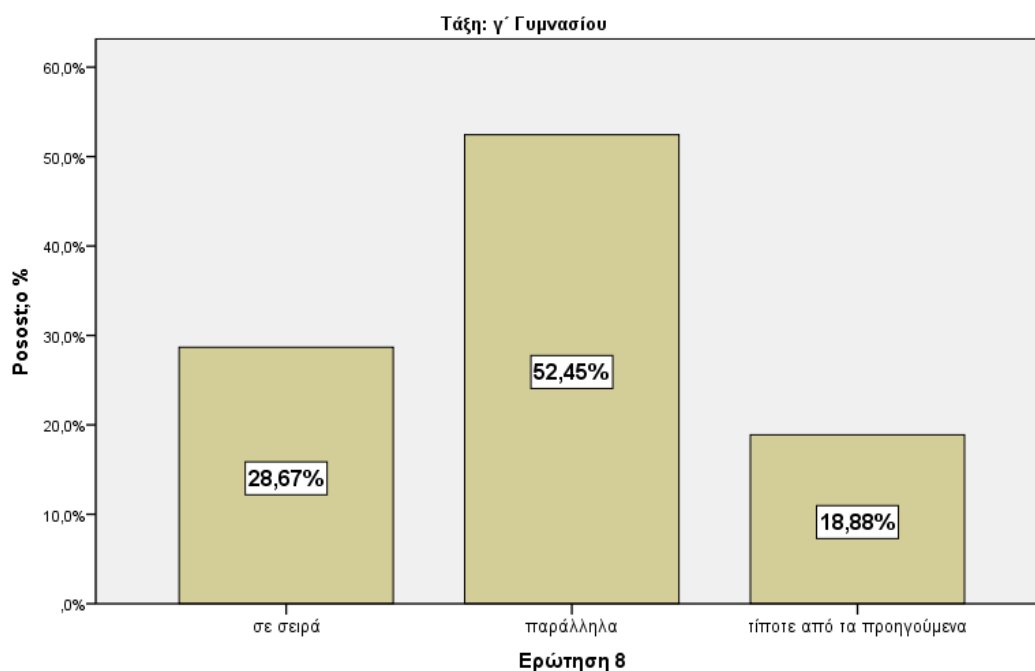
Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)		
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,197	1	,657				
	Continuity Correction	,069	1	,792				
	Likelihood Ratio	,198	1	,657				
	Fisher's Exact Test						,720	,398
	Linear-by-Linear Association	,195	1	,658				
	N of Valid Cases	143						
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	9,215	1	,002				
	Continuity Correction	8,223	1	,004				
	Likelihood Ratio	9,238	1	,002				
	Fisher's Exact Test						,004	,002
	Linear-by-Linear Association	9,161	1	,002				
	N of Valid Cases	171						

Η **Ερώτηση 8** είναι: Στο σαλόνι λειτουργούν μια τηλεόραση και ένας ανεμιστήρας. Οι δύο αυτές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο:

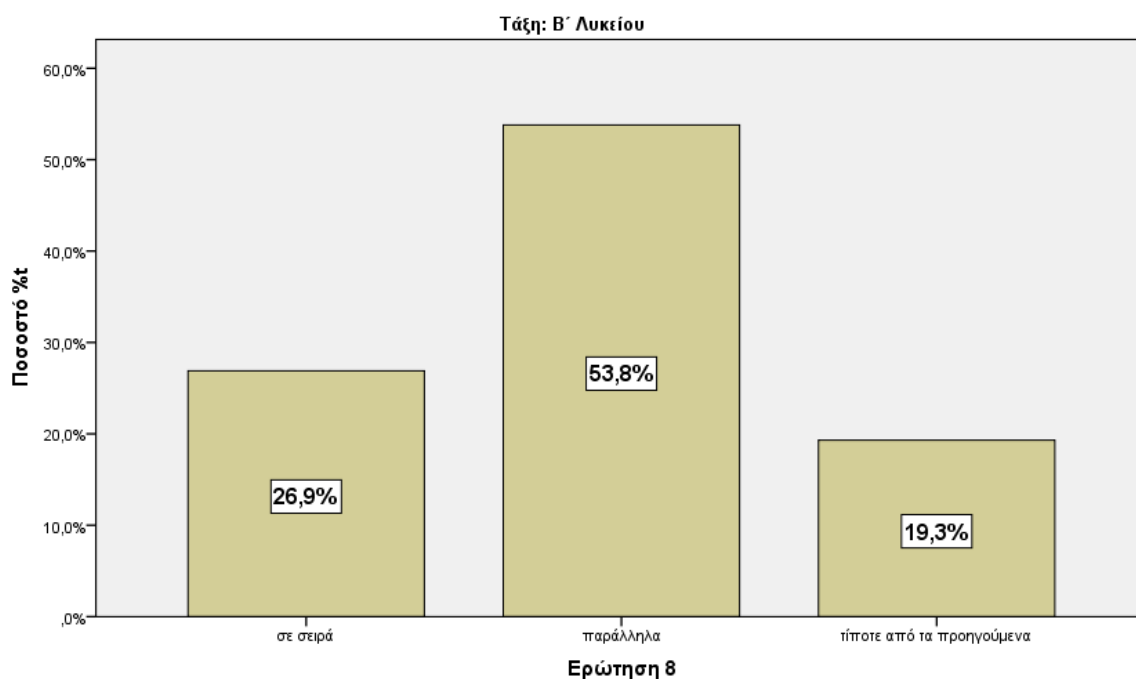
- (Α) σε σειρά
- (Β) παράλληλα
- (Γ) τίποτε από τα προηγούμενα

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 8 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.43** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.44**.

Η σωστή απάντηση είναι η (B) και δόθηκε από το 52,45% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 53,08% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (B) δόθηκε από το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και των δύο τάξεων.

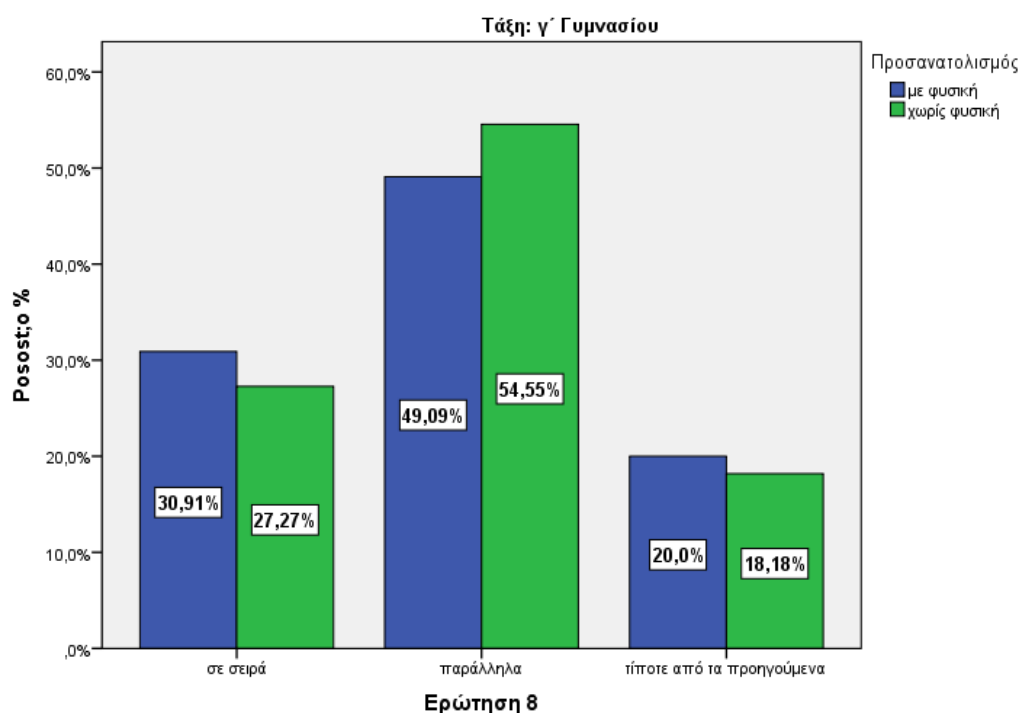


Γράφημα 3.43. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην **Ερώτηση 8:** «Στο σαλόνι λειτουργούν μια τηλεόραση και ένας ανεμιστήρας. Οι δύο αυτές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο»

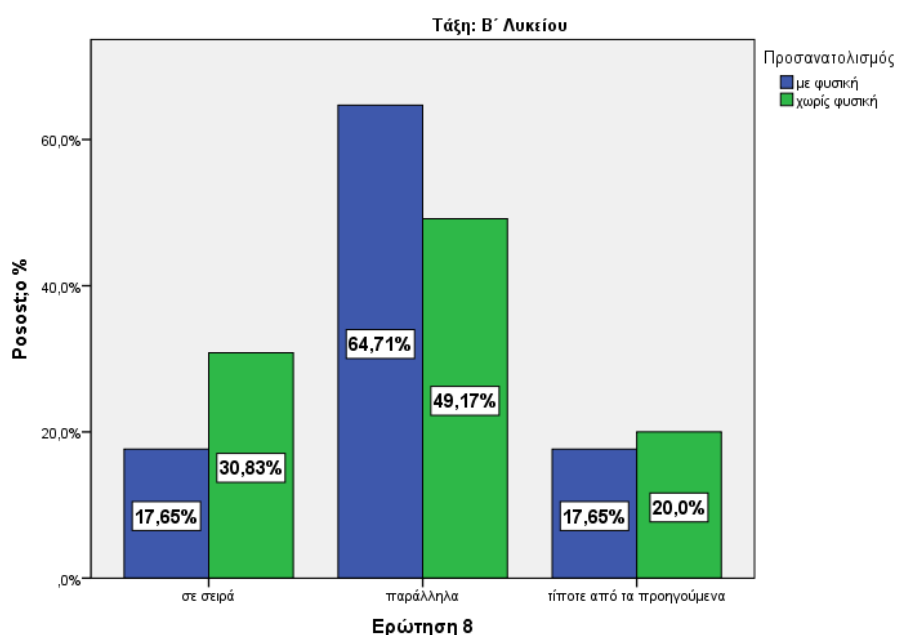


Γράφημα 3.44. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην **Ερώτηση 8:** «Στο σαλόνι λειτουργούν μια τηλεόραση και ένας ανεμιστήρας. Οι δύο αυτές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 8 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.45** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.46**.



Γράφημα 3.45. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 8: «Στο σαλόνι λειτουργούν μια τηλεόραση και ένας ανεμιστήρας. Οι δύο αυτές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο»



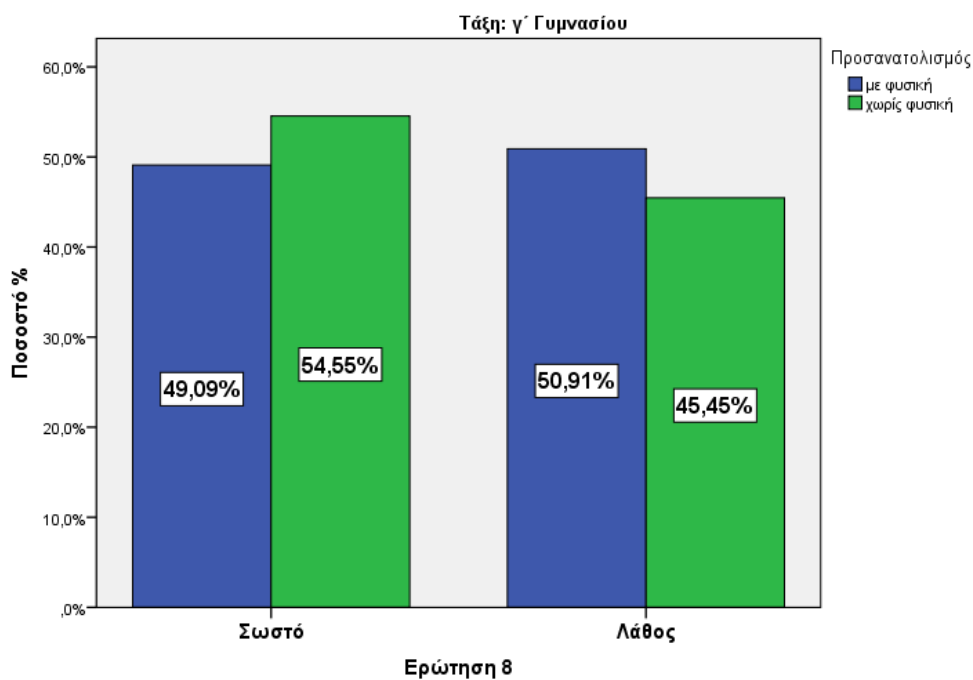
Γράφημα 3.46. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 8: «Στο σαλόνι λειτουργούν μια τηλεόραση και ένας ανεμιστήρας. Οι δύο αυτές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0.407$, $df=2$, $p=0,816>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 8 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=4,022$, $df=2$, $p=0,134>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 8 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.15** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

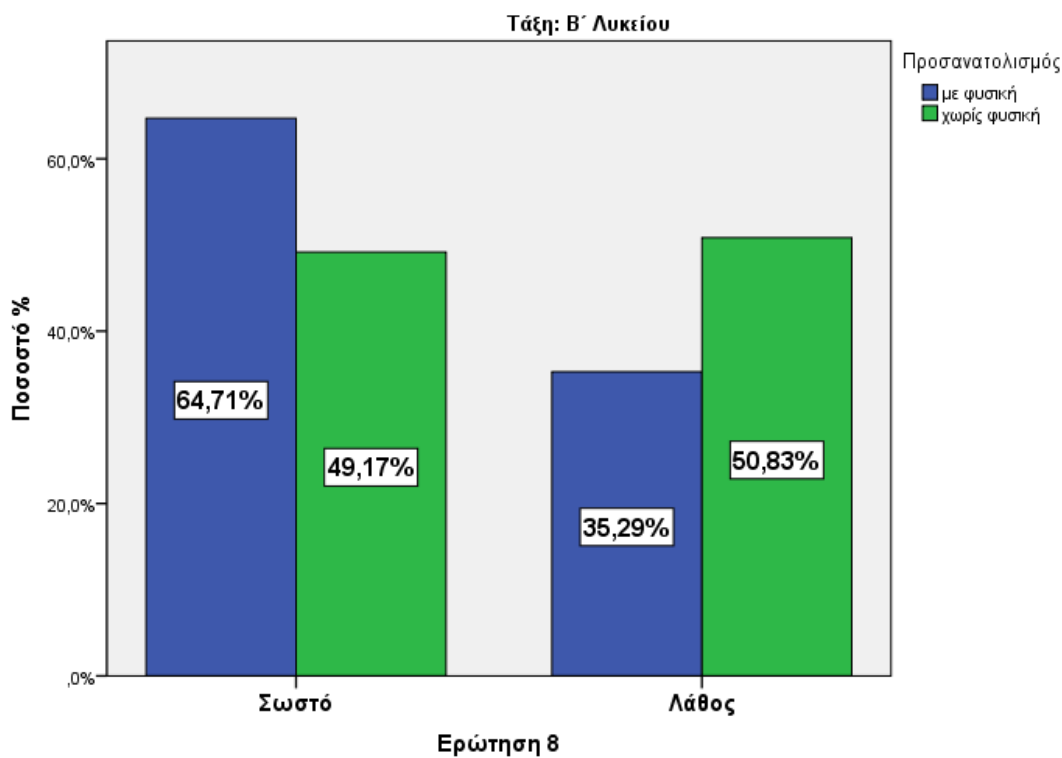
Πίνακας 3.15. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 8 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,407	2	,816
	Likelihood Ratio	,407	2	,816
	Linear-by-Linear Association	,024	1	,877
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	4,022	2	,134
	Likelihood Ratio	4,165	2	,125
	Linear-by-Linear Association	,915	1	,339
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 8 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.47 και 3.48** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική για το Λύκειο, αλλά **μικρότερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική για το Γυμνάσιο**.



Γράφημα 3.47. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 8**: «Στο σαλόνι λειτουργούν μια τηλεόραση και ένας ανεμιστήρας. Οι δύο αυτές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο»



Γράφημα 3.48. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 8**: «Στο σαλόνι λειτουργούν μια τηλεόραση και ένας ανεμιστήρας. Οι δύο αυτές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο»

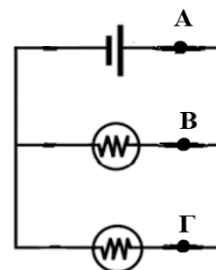
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0.404$, $df=1$, $p=0,525>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 8 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=3,477$, $df=1$, $p=0,062>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 8 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.16** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.16. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 8 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)		
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,404	1	,525				
	Continuity Correction	,215	1	,643				
	Likelihood Ratio	,404	1	,525				
	Fisher's Exact Test						,606	,321
	Linear-by-Linear Association	,401	1	,527				
	N of Valid Cases	143						
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	3,477	1	,062				
	Continuity Correction	2,880	1	,090				
	Likelihood Ratio	3,522	1	,061				
	Fisher's Exact Test						,068	,044
	Linear-by-Linear Association	3,457	1	,063				
	N of Valid Cases	171						

Η **Ερώτηση 9** είναι: Στο κύκλωμα του **Σχήματος 3.8** μεγαλύτερη ένταση έχει το ρεύμα:

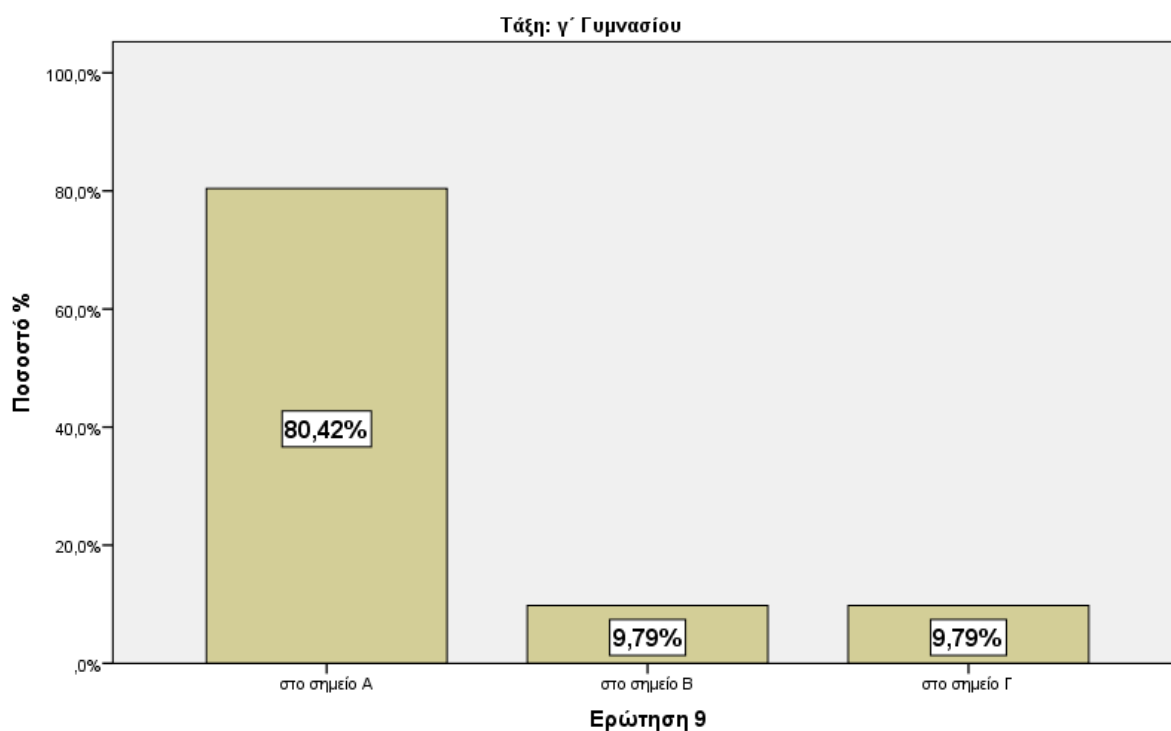
- (Α) στο σημείο Α
- (Β) στο σημείο Β
- (Γ) στο σημείο Γ



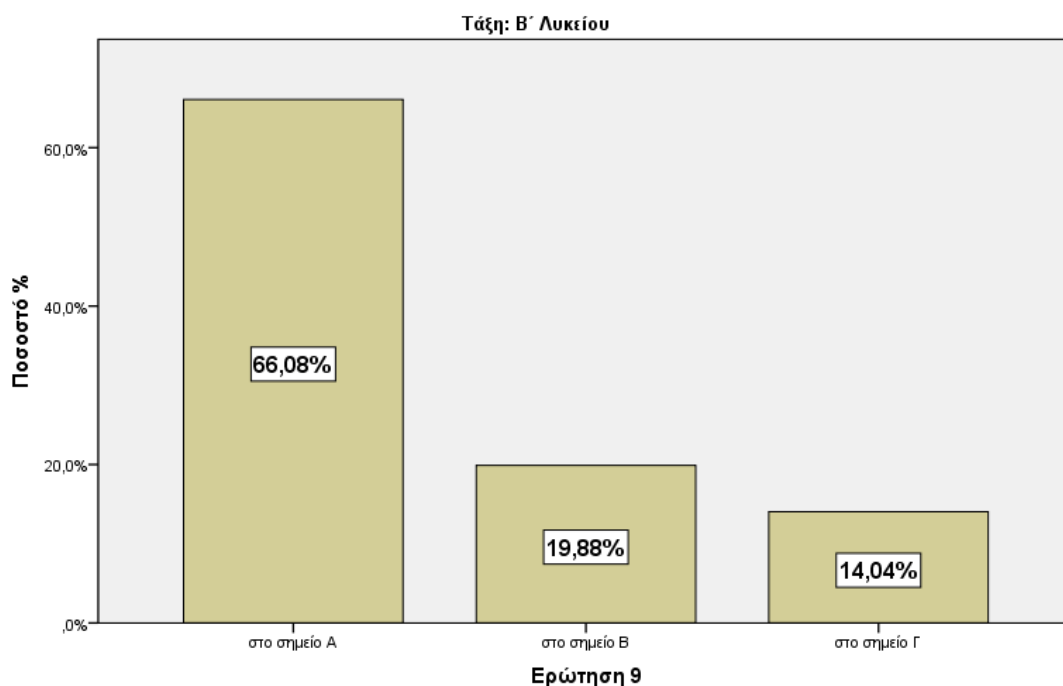
Σχήμα 3.8

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 9 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.49** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.50**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Α) και δόθηκε από το 80,42% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 66,08% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (Α) μεταξύ των τριών απαντήσεων έχει συγκεντρώσει το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και των δύο τάξεων. Η ερώτηση 9 δεν είναι κάποια δύσκολη ερώτηση και δεν αντιστοιχεί σε κάποια καταγεγραμμένη εναλλακτική ιδέα των μαθητών. Ελέγχει απλώς την παρατηρητικότητα και την συγκέντρωση των μαθητών.

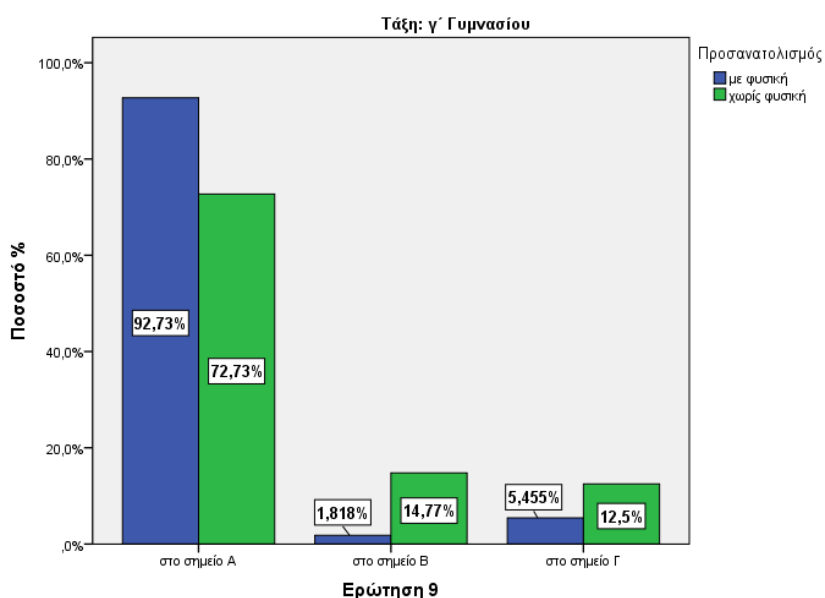


Γράφημα 3.49. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην Ερώτηση 9: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.8 μεγαλύτερη ένταση έχει το ρεύμα»

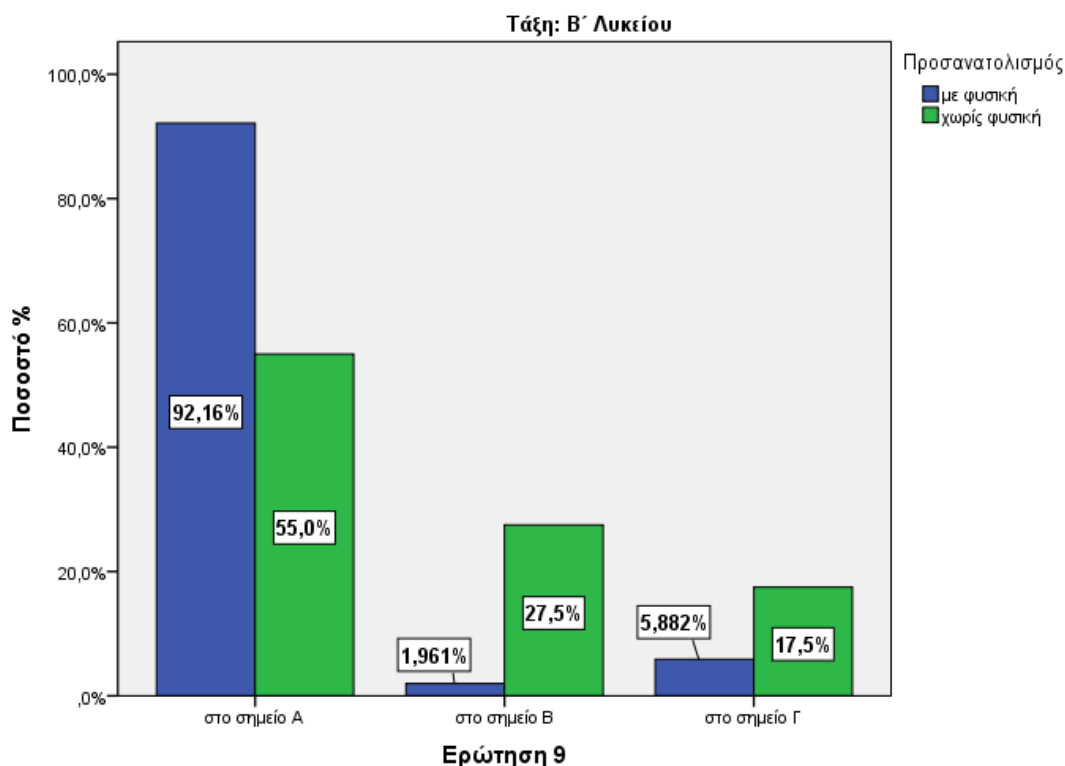


Γράφημα 3.50. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 9: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.8 μεγαλύτερη ένταση έχει το ρεύμα»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 9 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.51** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.52**.



Γράφημα 3.51. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 9: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.8 μεγαλύτερη ένταση έχει το ρεύμα»



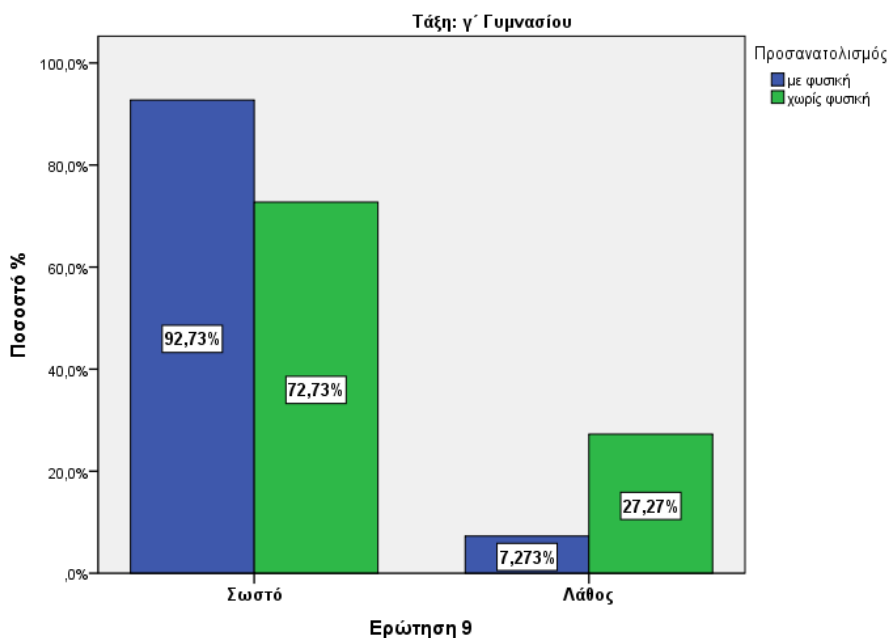
Γράφημα 3.52. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 9: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.8 μεγαλύτερη ένταση έχει το ρεύμα»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=9,201$, $df=2$, $p=0,01<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 9 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=22,660$, $df=2$, $p<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 9 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον Πίνακα 3.17 φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

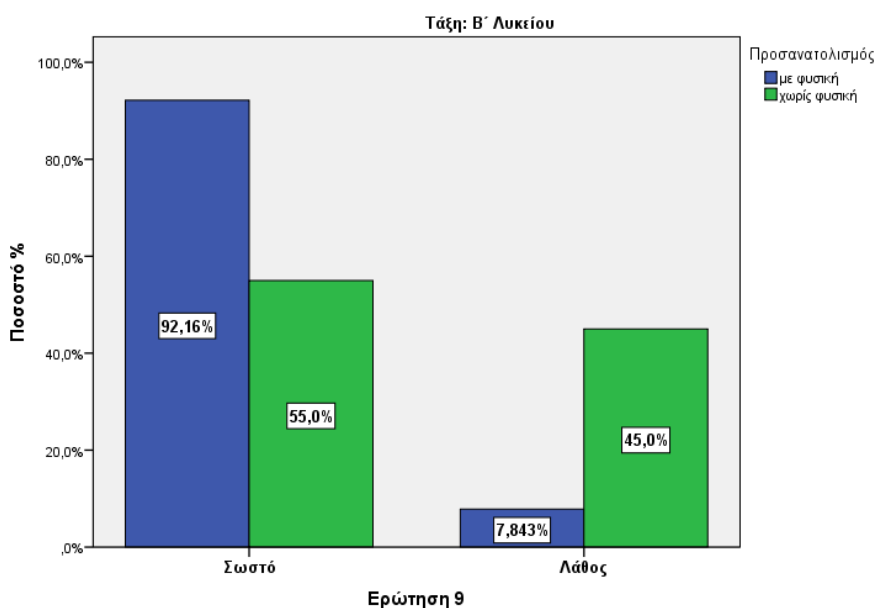
Πίνακας 3.17. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 9 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	9,201	2	,010
	Likelihood Ratio	10,851	2	,004
	Linear-by-Linear Association	6,096	1	,014
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	22,660	2	,000
	Likelihood Ratio	27,855	2	,000
	Linear-by-Linear Association	15,962	1	,000
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 9 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.53 και 3.54** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, για κάθε τάξη.



Γράφημα 3.53. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 9**: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.8 μεγαλύτερη ένταση έχει το ρεύμα»



Γράφημα 3.54. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 9**: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.8 μεγαλύτερη ένταση έχει το ρεύμα»

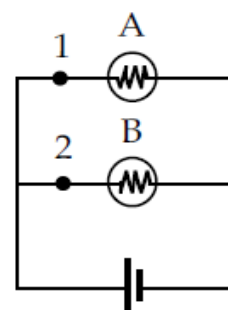
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=8,598$, $df=1$, $p=0,003<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 9 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=22,045$, $df=1$, $p<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 9 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.18** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.18. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 9 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	8,598	1	,003	,004	,002
	Continuity Correction	7,375	1	,007		
	Likelihood Ratio	9,638	1	,002		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	8,538	1	,003		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	22,045	1	,000	,000	,000
	Continuity Correction	20,419	1	,000		
	Likelihood Ratio	25,853	1	,000		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	21,917	1	,000		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 10** είναι: Τι συμβαίνει με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων Α και Β του **Σχήματος 3.9**, όταν συνδέεται ένα σύρμα μεταξύ των σημείων 1 και 2;

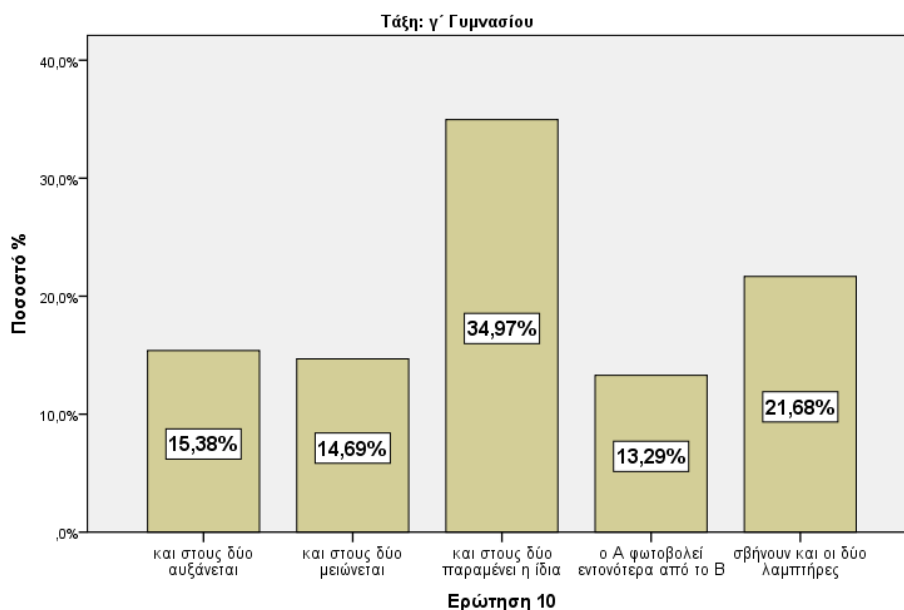
- (Α) και στους δύο αυξάνεται
- (Β) και στους δύο μειώνεται
- (Γ) και στους δύο παραμένει η ίδια
- (Δ) ο Α φωτοβολεί εντονότερα από το Β
- (Ε) σβήνουν και οι δύο λαμπτήρες



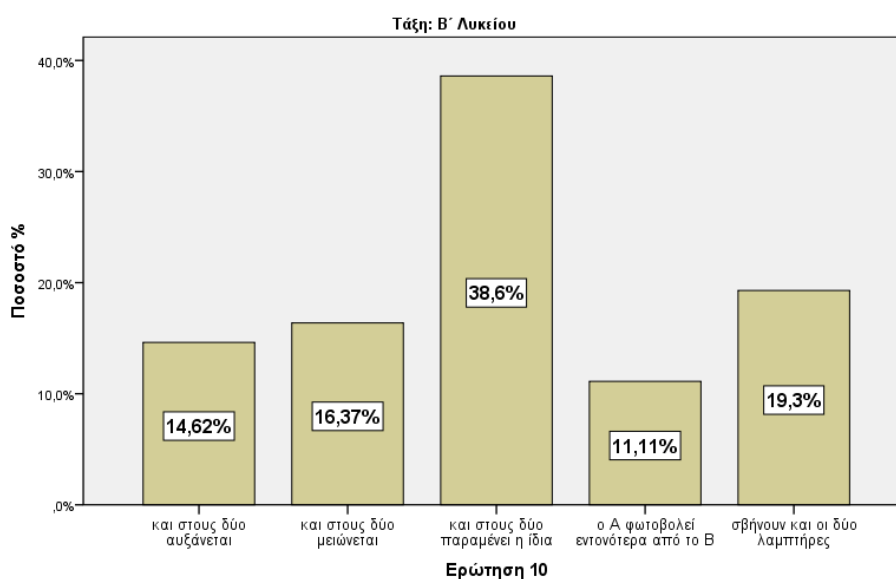
Σχήμα 3.9

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 10 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.55** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.56**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Γ) και δόθηκε από το 34,97% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 38,6% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (Γ) μεταξύ των πέντε απαντήσεων έχει συγκεντρώσει το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και για τις δύο τάξεις.

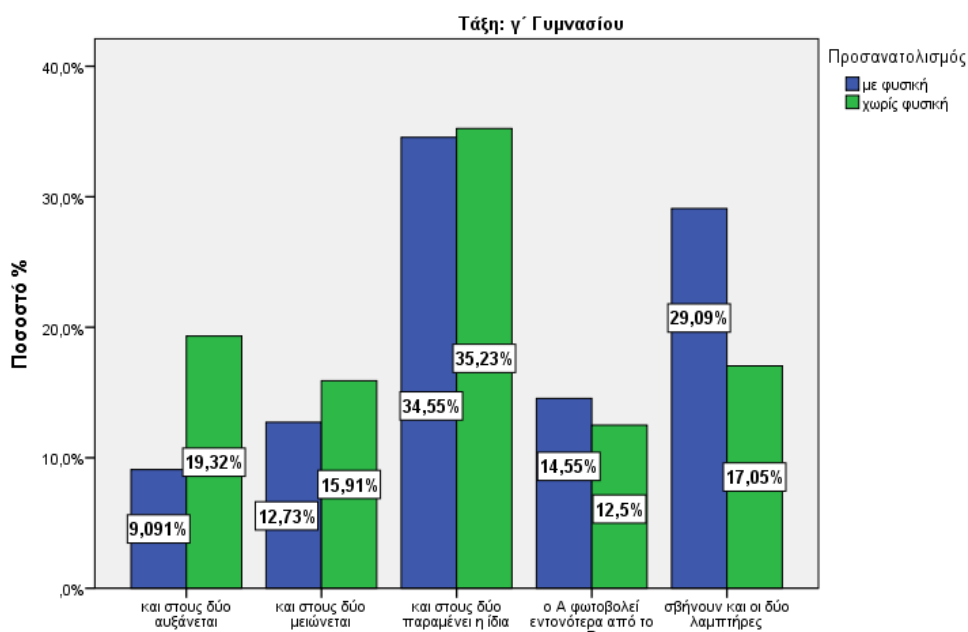


Γράφημα 3.55. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην Ερώτηση 10: «Τι συμβαίνει με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων Α και Β του Σχήματος 3.9, όταν συνδέεται ένα σύρμα μεταξύ των σημείων 1 και 2»



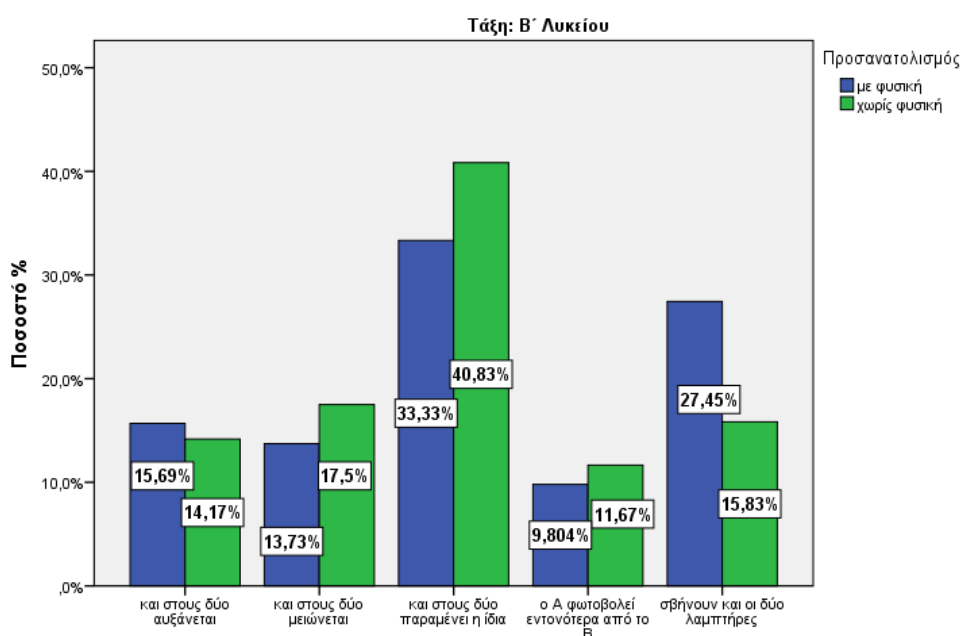
Γράφημα 3.56. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 10: «Τι συμβαίνει με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων Α και Β του Σχήματος 3.9, όταν συνδέεται ένα σύρμα μεταξύ των σημείων 1 και 2»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 10 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.57** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.58**.



Ερώτηση 10

Γράφημα 3.57. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 10: «Τι συμβαίνει με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων Α και Β του Σχήματος 3.9, όταν συνδέεται ένα σύρμα μεταξύ των σημείων 1 και 2»



Ερώτηση 10

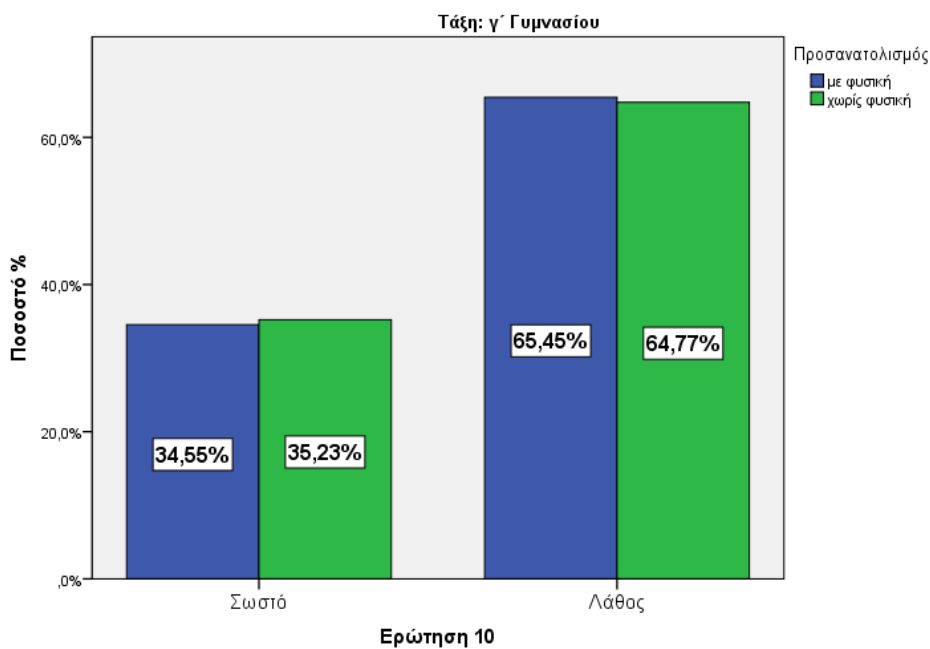
Γράφημα 3.58. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 10: «Τι συμβαίνει με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων Α και Β του Σχήματος 3.9, όταν συνδέεται ένα σύρμα μεταξύ των σημείων 1 και 2»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=4,911$, $df=4$, $p=0,297>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 10 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=3,504$, $df=4$, $p=0,477>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 10 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.19** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

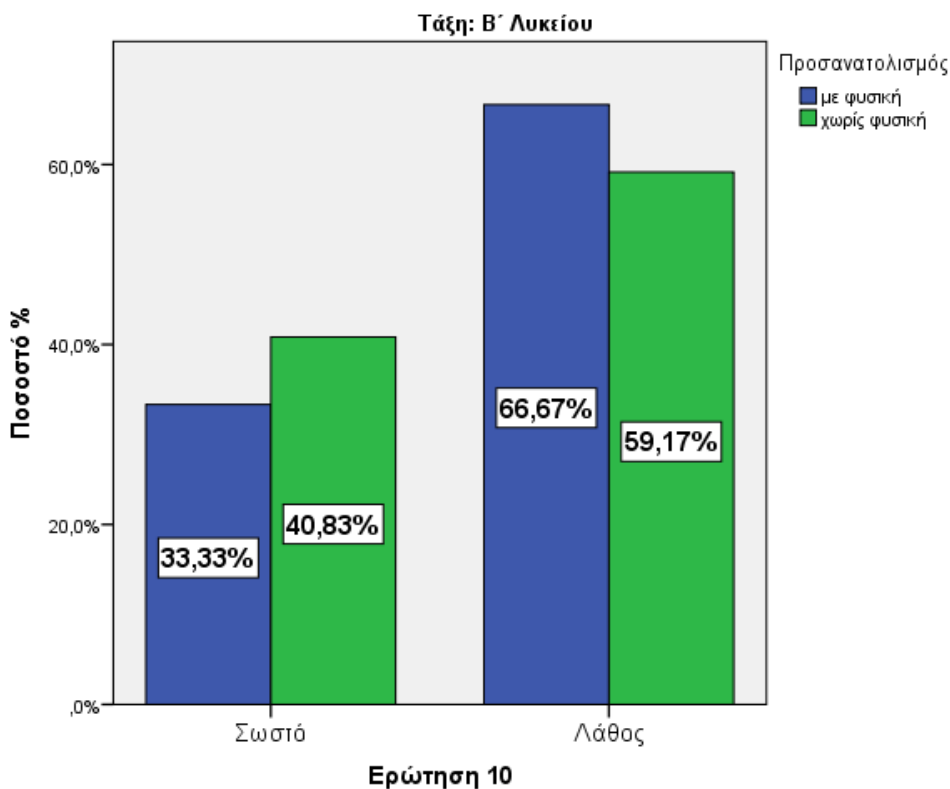
Πίνακας 3.19. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 10 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	4,911	4	,297
	Likelihood Ratio	5,027	4	,285
	Linear-by-Linear Association	4,759	1	,029
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	3,504	4	,477
	Likelihood Ratio	3,376	4	,497
	Linear-by-Linear Association	1,067	1	,302
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 10 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.59 και 3.60** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι, σε αντίθεση με τις άλλες ερωτήσεις, στην Ερώτηση 10 το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού **χωρίς** φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου **με** φυσική, **για κάθε τάξη**.



Γράφημα 3.59. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 10: «Τι συμβαίνει με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων Α και Β του Σχήματος 3.9, όταν συνδέεται ένα σύρμα μεταξύ των σημείων 1 και 2»



Γράφημα 3.60. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 10: «Τι συμβαίνει με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων Α και Β του Σχήματος 3.9, όταν συνδέεται ένα σύρμα μεταξύ των σημείων 1 και 2»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0,007$, $df=1$, $p=0,934>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 10 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=0,849$, $df=1$, $p=0,357>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 10 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.20** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

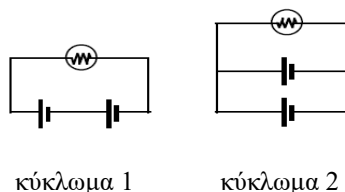
Πίνακας 3.20. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 10 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,007	1	,934	1,000	,540
	Continuity Correction	,000	1	1,000		
	Likelihood Ratio	,007	1	,934		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,007	1	,934		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,849	1	,357	,394	,227
	Continuity Correction	,562	1	,453		
	Likelihood Ratio	,859	1	,354		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,844	1	,358		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 11** είναι: Στα κυκλώματα 1 και 2 του **Σχήματος 3.10** οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τέσσερις πηγές είναι ίδιες.

Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα;

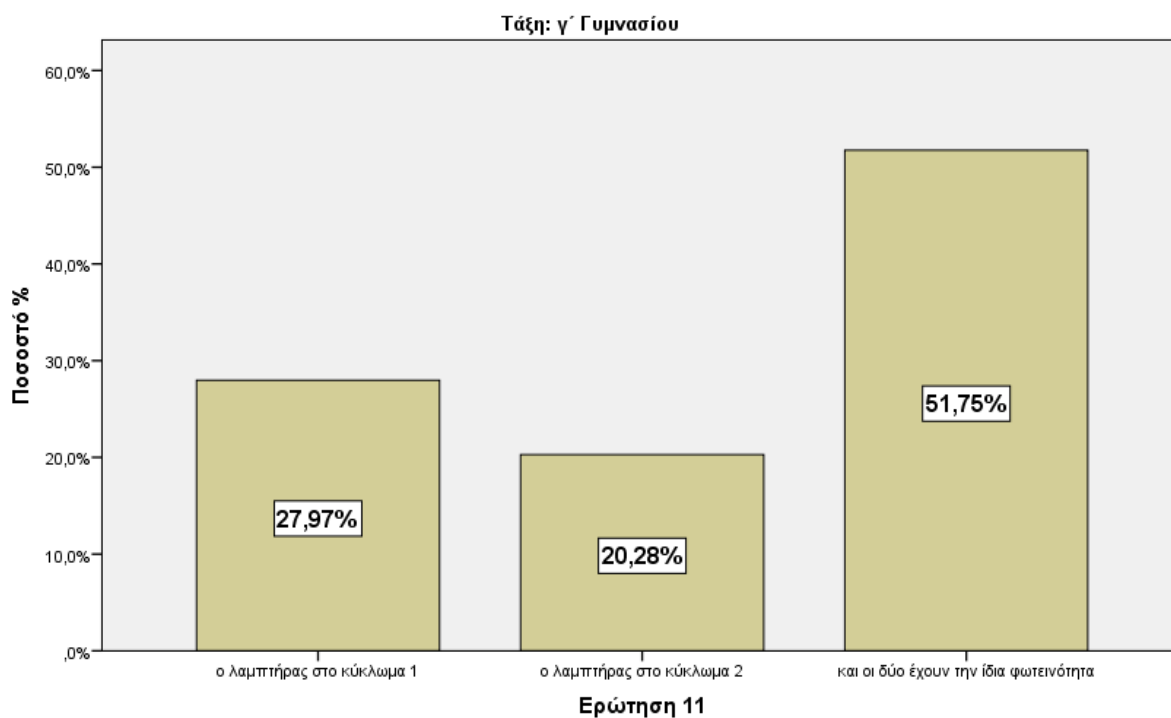
- (Α) ο λαμπτήρας στο κύκλωμα 1
- (Β) ο λαμπτήρας στο κύκλωμα 2
- (Γ) και οι δύο έχουν την ίδια φωτεινότητα



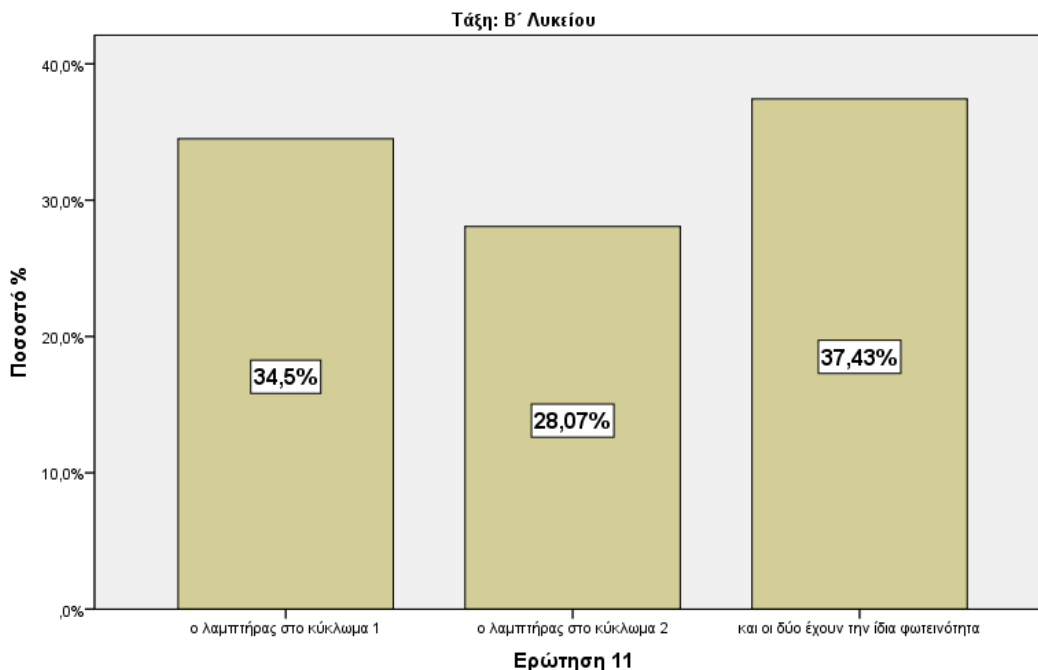
Σχήμα 3.10

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 11 που έδωσαν οι μαθητές της γ΄ Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.61** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β΄ Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.62**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Α) και δόθηκε από το 27,97% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 34,5% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (Γ) έχει από τις τρεις απαντήσεις, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και των δύο τάξεων. Συγκεκριμένα έχει συγκεντρώσει το 51,75% των μαθητών του Γυμνασίου και το 37,43% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Αυτό σημαίνει ότι οι περισσότεροι μαθητές θεώρησαν ότι δύο πηγές δίνουν σε έναν λαμπτήρα την ίδια ενέργεια, είτε συνδέονται μεταξύ τους στη σειρά, είτε παράλληλα.

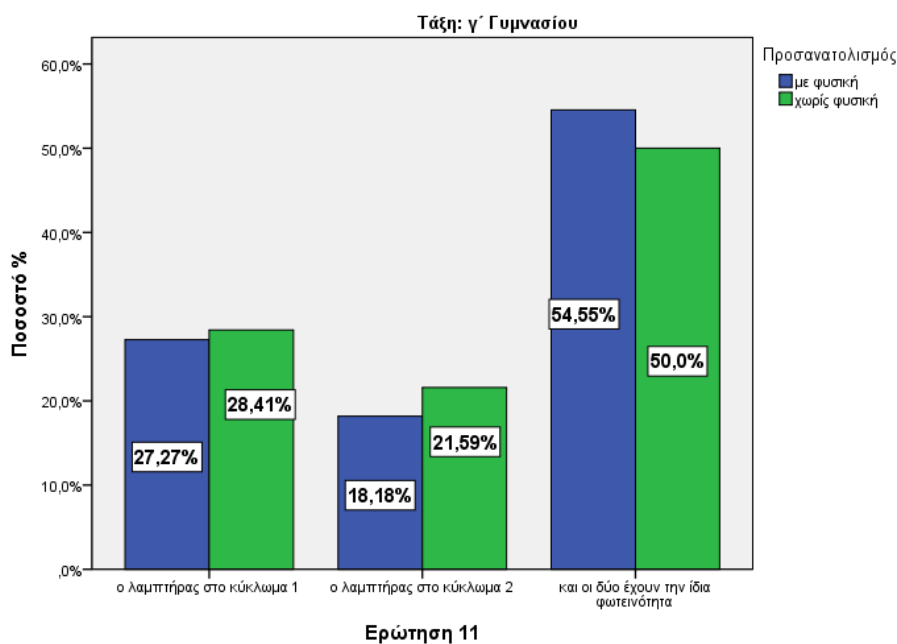


Γράφημα 3.61. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου στην **Ερώτηση 11**: «*Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.10 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τέσσερις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα*»

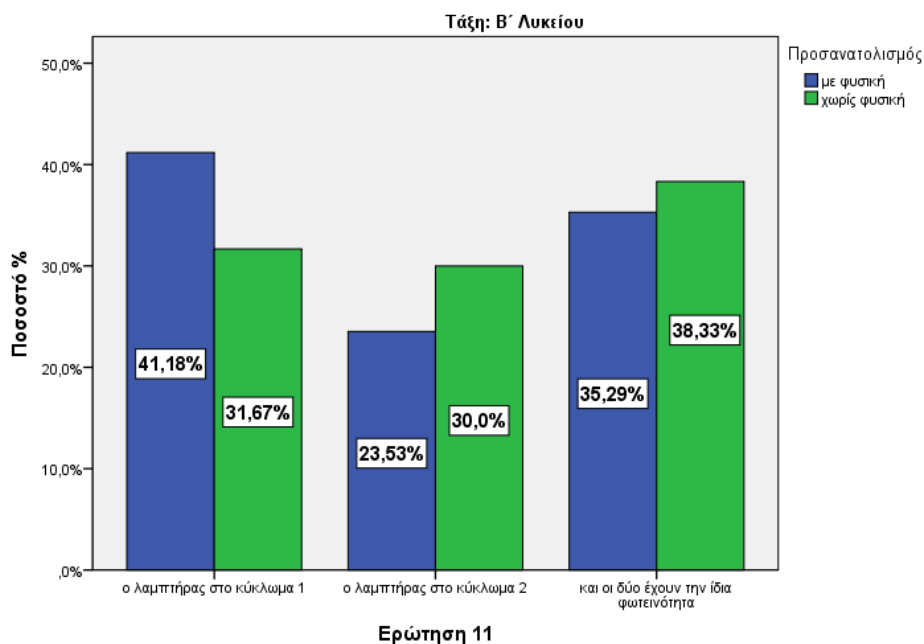


Γράφημα 3.62. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 11: «Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.10 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τέσσερις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 11 που έδωσαν οι μαθητές της γ΄ Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.63** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β΄ Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.64**.



Γράφημα 3.63. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 11: «Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.10 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τέσσερις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα»



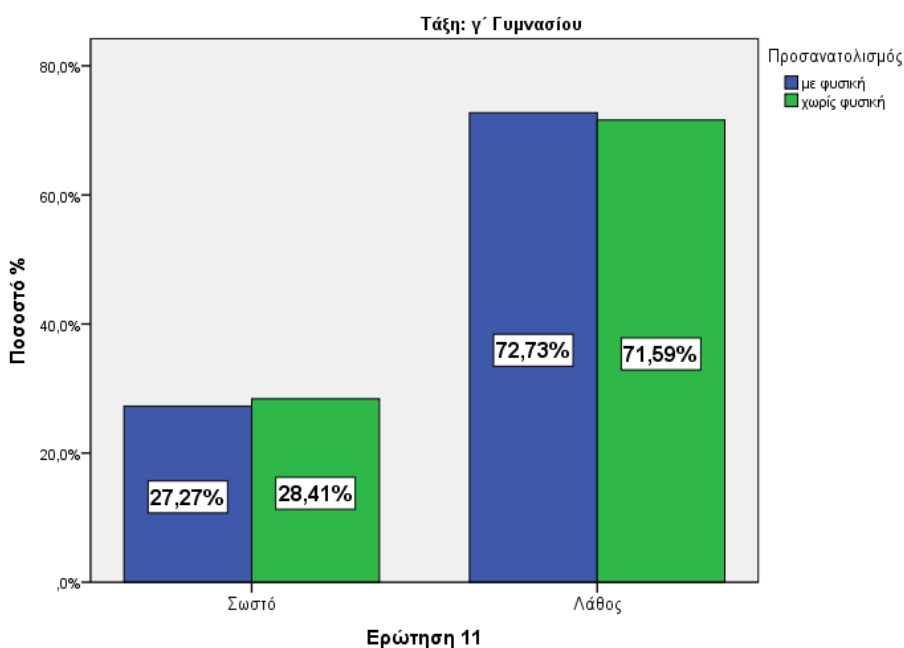
Γράφημα 3.64. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 11: «Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.10 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τέσσερις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0,345$, $df=2$, $p=0,842>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 11 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=1,560$, $df=2$, $p=0,458>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 11 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον Πίνακα 3.21 φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

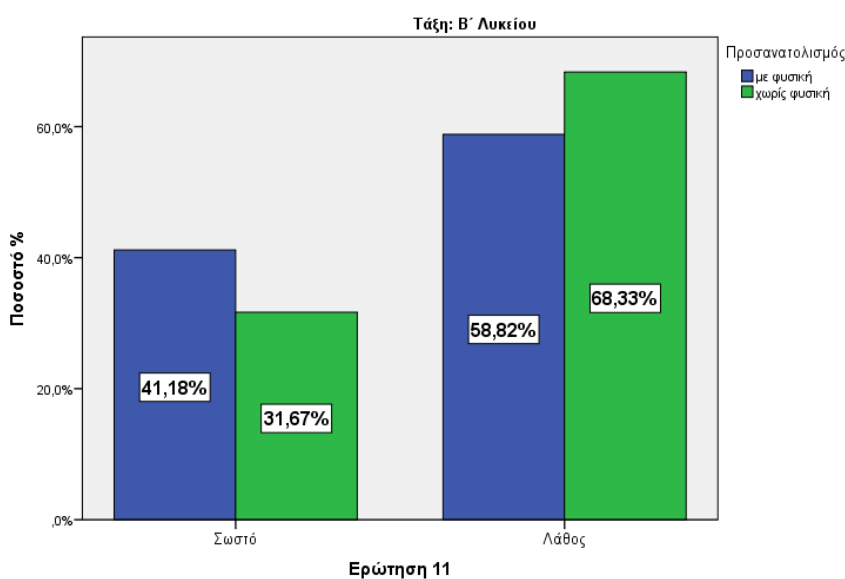
Πίνακας 3.21. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 11 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,345	2	,842
	Likelihood Ratio	,347	2	,841
	Linear-by-Linear Association	,146	1	,702
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	1,560	2	,458
	Likelihood Ratio	1,549	2	,461
	Linear-by-Linear Association	,780	1	,377
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 11 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.65 και 3.66** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική για το Λύκειο, αλλά δεν υπάρχει καμία ιδιαίτερη διαφορά μεταξύ των προσανατολισμών για το Γυμνάσιο.



Γράφημα 3.65. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 11**: «*Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.10 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τέσσερις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα*»



Γράφημα 3.66. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 11**: «*Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.10 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τέσσερις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα*»

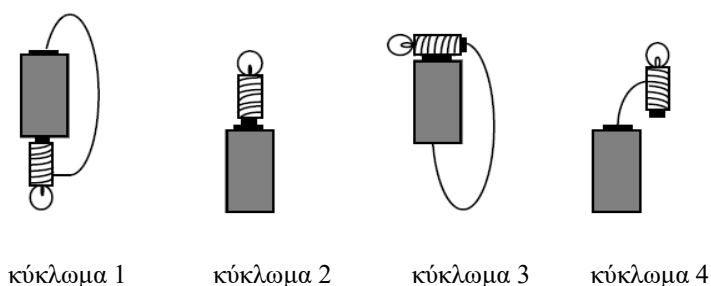
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0,022$, $df=1$, $p=0,883>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 11 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=1,432$, $df=1$, $p=0,231>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 11 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.22** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.22. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 11 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,022	1	,883	1,000	,520	
	Continuity Correction	,000	1	1,000			
	Likelihood Ratio	,022	1	,883			
	Fisher's Exact Test						
	Linear-by-Linear Association	,022	1	,883			
	N of Valid Cases	143					
	Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	1,432	1			,231
Continuity Correction		1,042	1	,307			
Likelihood Ratio		1,412	1	,235			
Fisher's Exact Test							
Linear-by-Linear Association		1,424	1	,233			
N of Valid Cases		171					

Η **Ερώτηση 12** είναι: Σε ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του **Σχήματος 3.11** θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας;

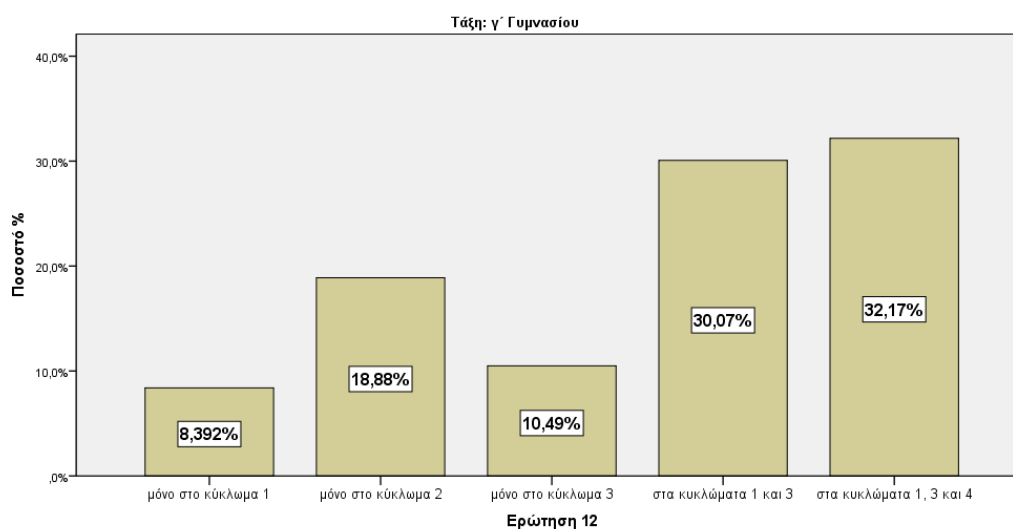
- (Α) μόνο στο κύκλωμα 1,
- (Β) μόνο στο κύκλωμα 2,
- (Γ) μόνο στο κύκλωμα 3,
- (Δ) στα κυκλώματα 1 και 3,
- (Ε) στα κυκλώματα 1, 3 και 4



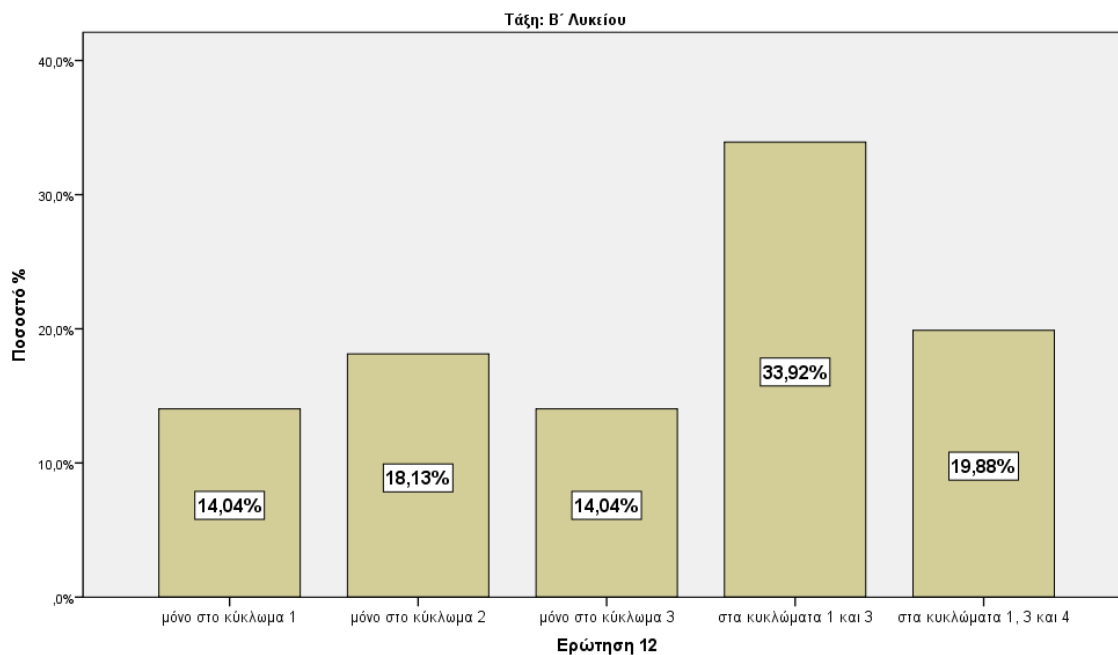
Σχήμα 3.11

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 12 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.67** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.68**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Δ) και δόθηκε από το 30,07% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 33,92% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Οι απαντήσεις (Α) και (Γ) είναι εν μέρει σωστές, ενώ η (Β) είναι εμφανώς λάθος και η (Ε) περιλαμβάνει τη σωστή απάντηση, αλλά περιέχει και το κύκλωμα 4, στο οποίο δεν φωτοβολεί ο λαμπτήρας. Η απάντηση (Ε) πήρε το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών του Γυμνασίου, ενώ η απάντηση (Δ) το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών του Λυκείου.

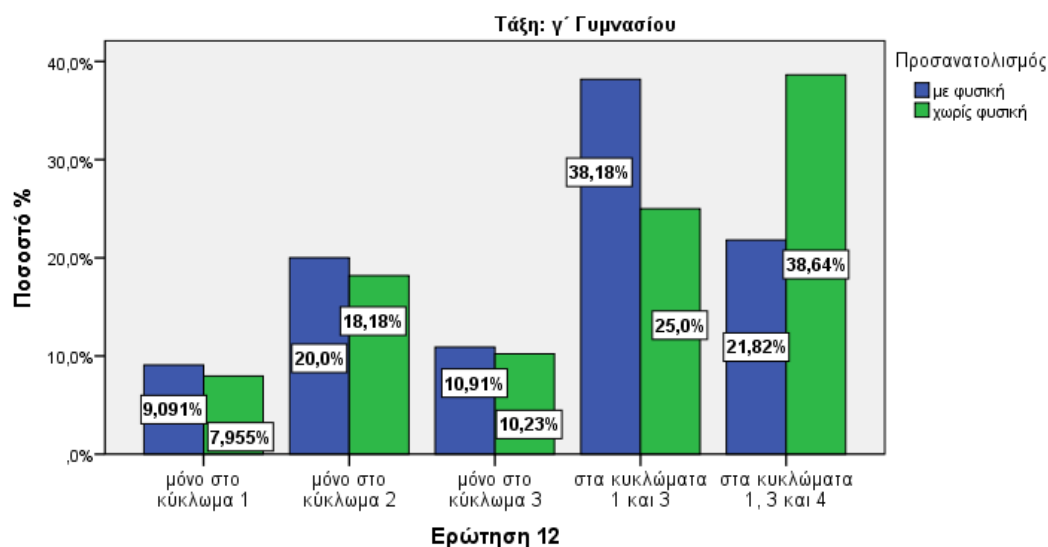


Γράφημα 3.67. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην **Ερώτηση 12**: «Σε ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του **Σχήματος 3.11** θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας»

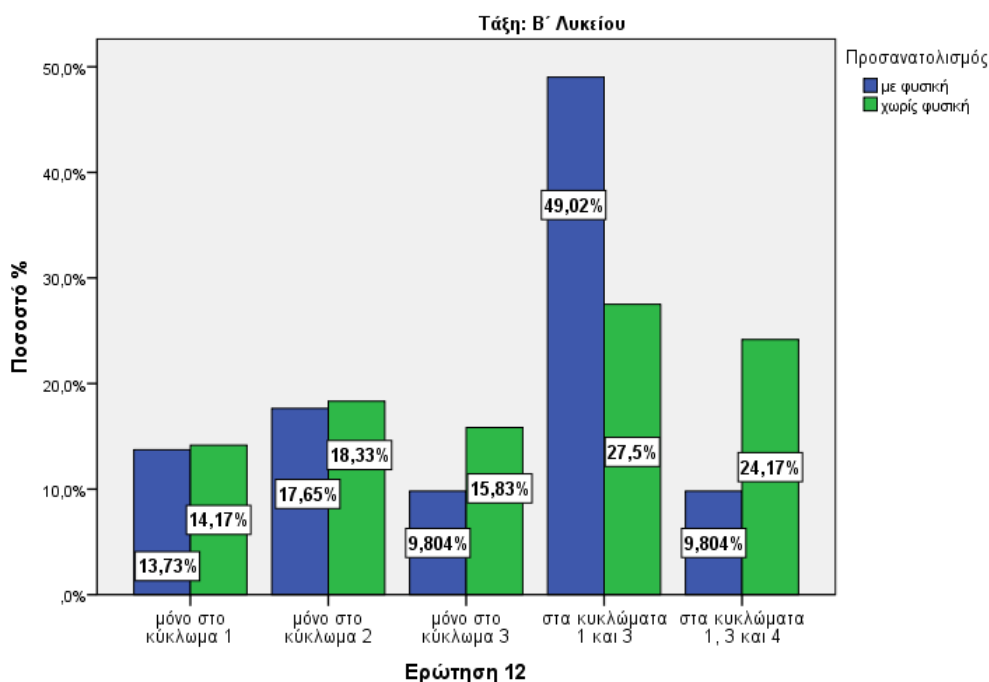


Γράφημα 3.68. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 12: «Σε ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.11 θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 12 που έδωσαν οι μαθητές της γ΄ Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.69** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β΄ Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.70**.



Γράφημα 3.69. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 12: «Σε ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.11 θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας»



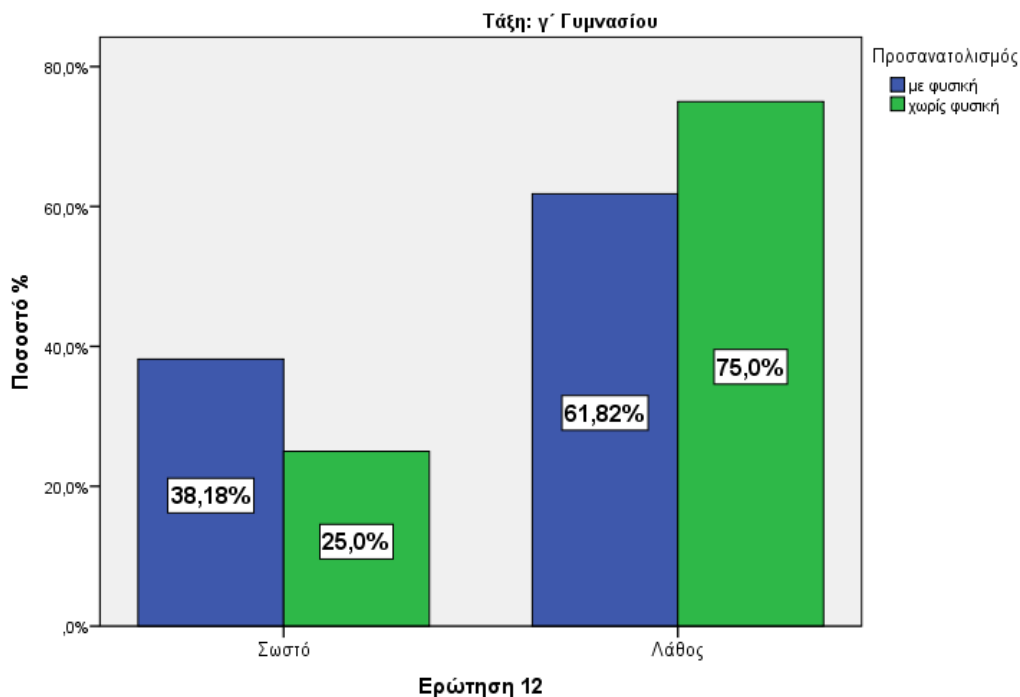
Γράφημα 3.70. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 12**: «Σε ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.11 θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=5,058$, $df=4$, $p=0,281>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 12 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=9,541$, $df=4$, $p=0,049<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 12 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.23** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

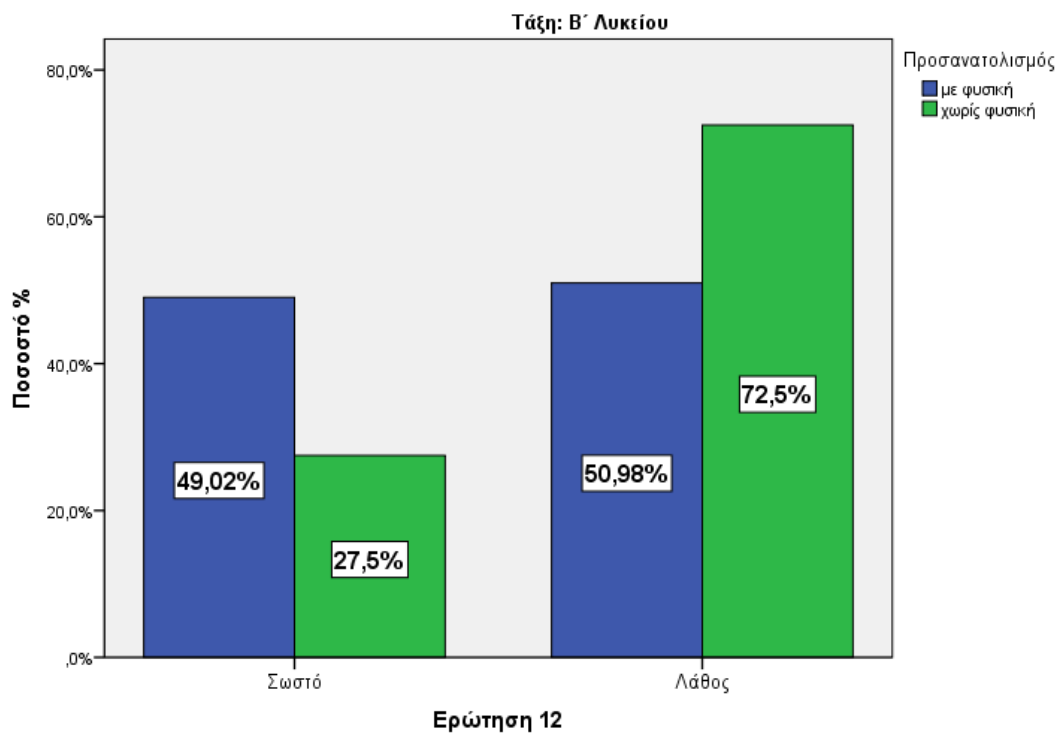
Πίνακας 3.23. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 12 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	5,058	4	,281
	Likelihood Ratio	5,174	4	,270
	Linear-by-Linear Association	1,146	1	,284
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	9,541	4	,049
	Likelihood Ratio	9,822	4	,044
	Linear-by-Linear Association	,063	1	,802
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 12 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.71 και 3.72** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**.



Γράφημα 3.71. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 12:** «Σε ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.11 θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας»



Γράφημα 3.72. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 12:** «Σε ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα του Σχήματος 3.11 θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας»

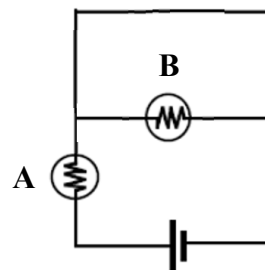
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=2,797$, $df=1$, $p=0,094>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 12 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=7,395$, $df=1$, $p=0,007<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 12 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.24** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.24. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 12 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	2,797	1	,094		
	Continuity Correction	2,205	1	,138		
	Likelihood Ratio	2,761	1	,097		
	Fisher's Exact Test				,133	,069
	Linear-by-Linear Association	2,777	1	,096		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	7,395	1	,007		
	Continuity Correction	6,466	1	,011		
	Likelihood Ratio	7,206	1	,007		
	Fisher's Exact Test				,008	,006
	Linear-by-Linear Association	7,351	1	,007		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 13** είναι: Στο κύκλωμα του **Σχήματος 3.12**:

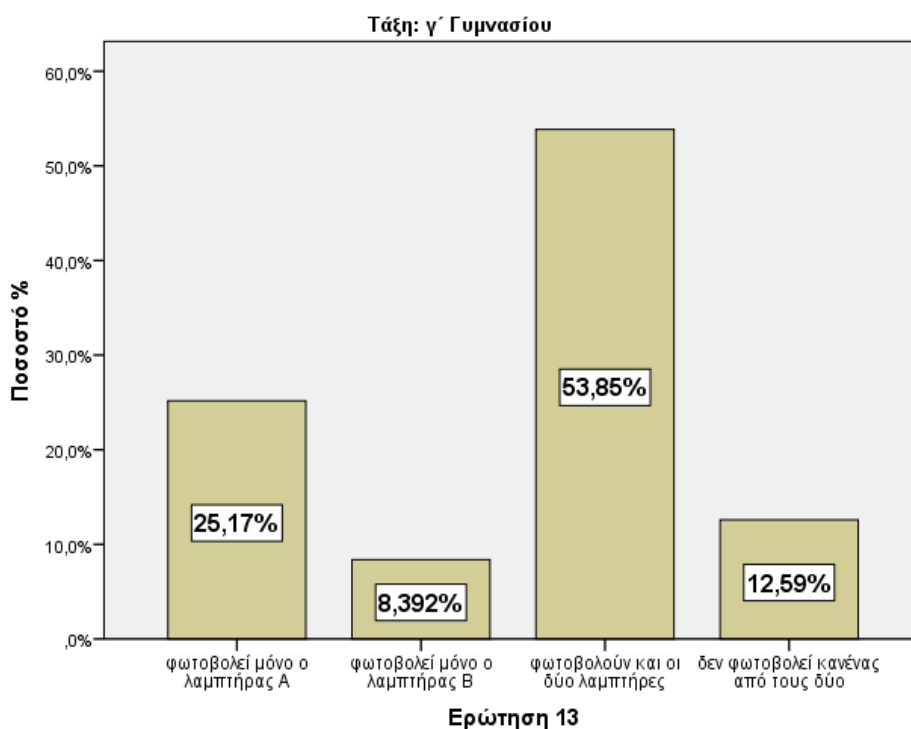
- (Α) φωτοβολεί μόνο ο λαμπτήρας Α
- (Β) φωτοβολεί μόνο ο λαμπτήρας Β
- (Γ) φωτοβολούν και οι δύο λαμπτήρες
- (Δ) δεν φωτοβολεί κανένας από τους δύο



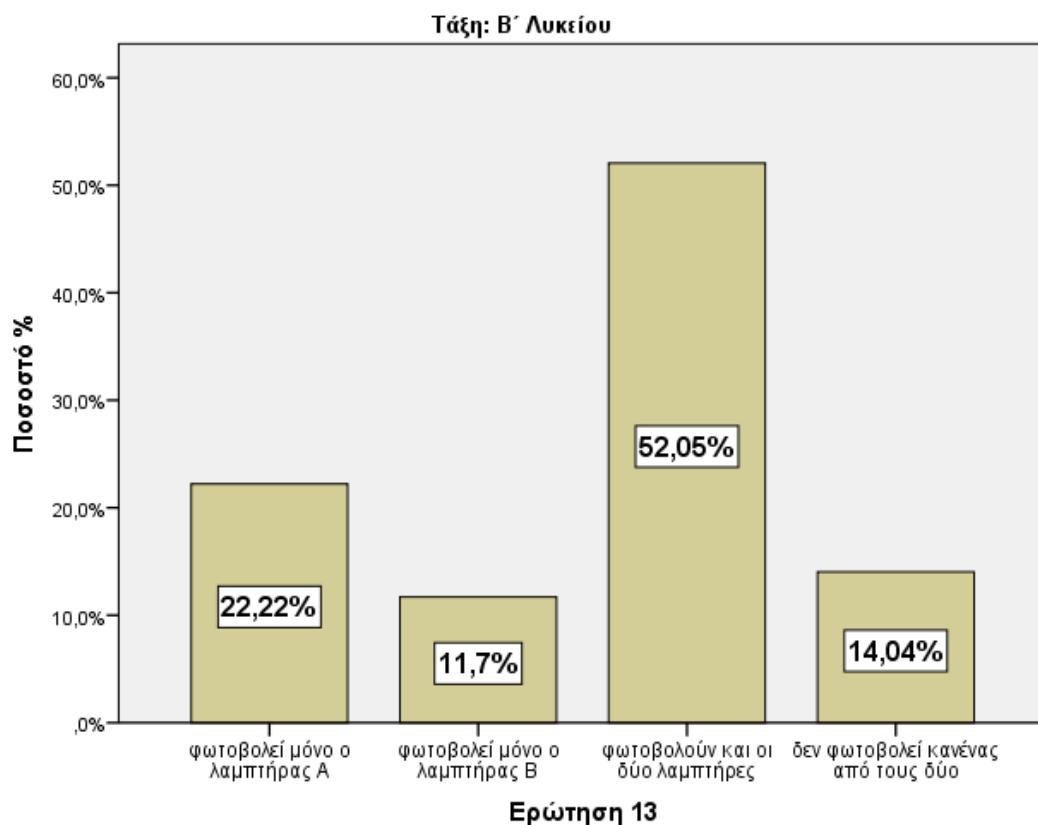
Σχήμα 3.12

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 13 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.73** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.74**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Α) και δόθηκε από το 25,17% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 22,22% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (Γ) έχει, μεταξύ των τεσσάρων απαντήσεων, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών και των δύο τάξεων. Δηλαδή η πλειοψηφία των μαθητών απάντησε λανθασμένα ότι φωτοβολούν και οι δύο λαμπτήρες, παρόλο που ο ένας από τους δύο (ο Β) έχει τα άκρα του συνδεδεμένα με ένα σύρμα.

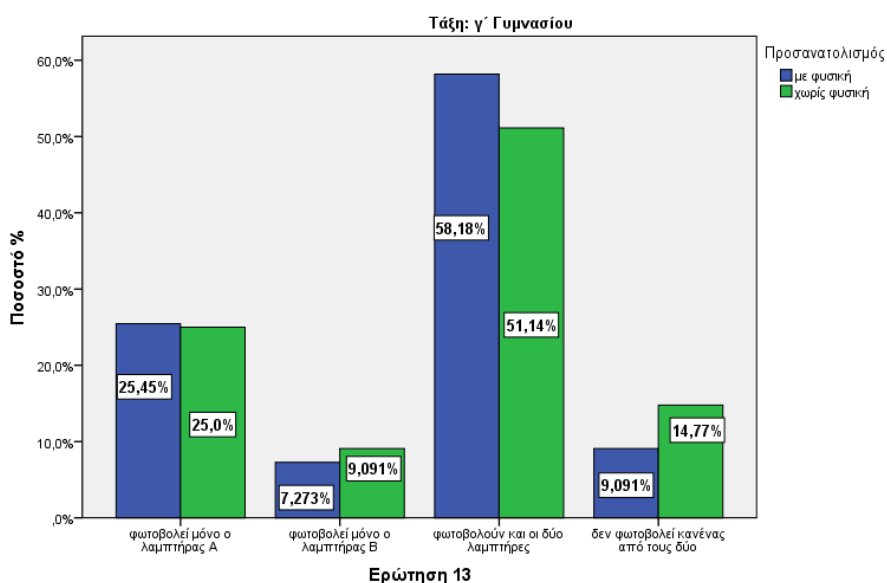


Γράφημα 3.73. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην **Ερώτηση 13**: «Στο κύκλωμα του **Σχήματος 3.12**»

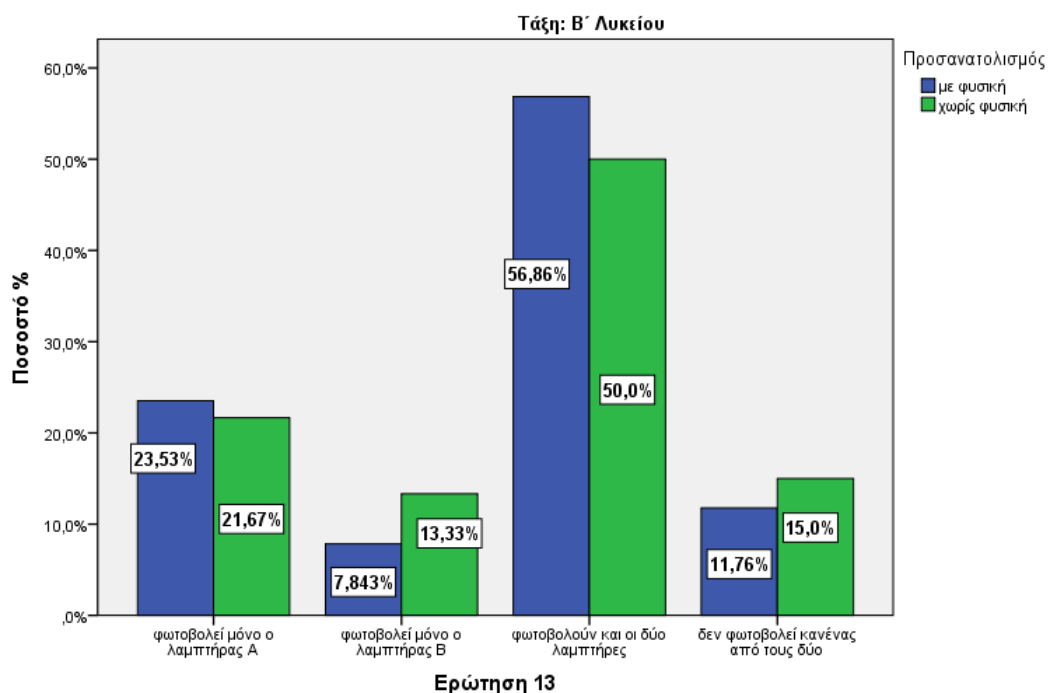


Γράφημα 3.74. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 13: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.12»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 13 που έδωσαν οι μαθητές της γ΄ Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.75** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β΄ Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.76**.



Γράφημα 3.75. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 13: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.12»



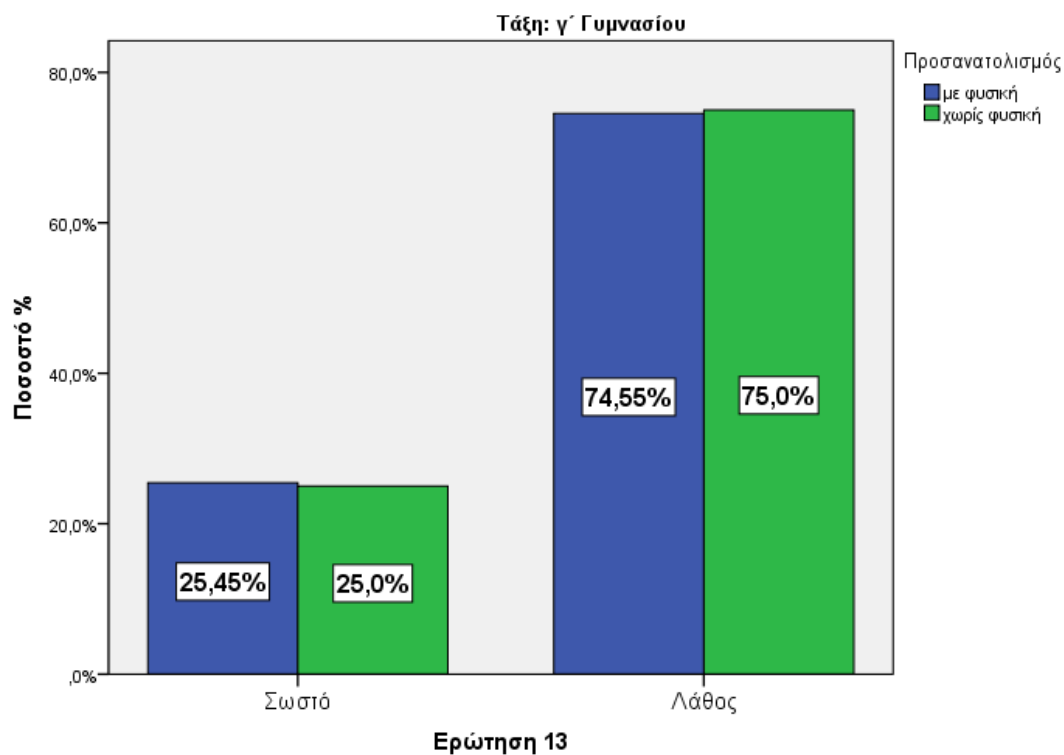
Γράφημα 3.76. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 13**: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.12»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=1,316$, $df=3$, $p=0,725>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 13 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=1,569$, $df=3$, $p=0,666>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 13 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.25** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

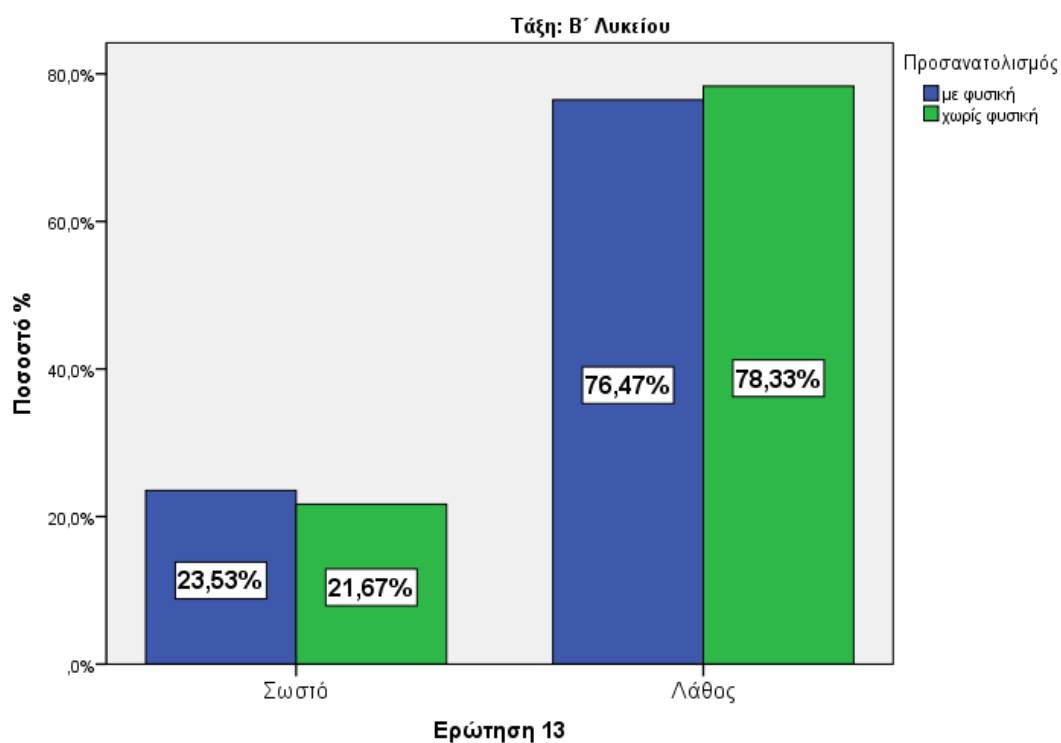
Πίνακας 3.25. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 13 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	1,316	3	,725
	Likelihood Ratio	1,356	3	,716
	Linear-by-Linear Association	,076	1	,782
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	1,569	3	,666
	Likelihood Ratio	1,646	3	,649
	Linear-by-Linear Association	,008	1	,929
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 13 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.77 και 3.78** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι ελάχιστα μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**.



***Γράφημα 3.77.** Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 13: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.12»*



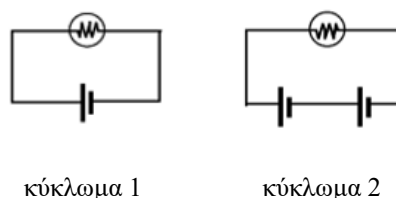
***Γράφημα 3.78.** Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 13: «Στο κύκλωμα του Σχήματος 3.12»*

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0,004$, $df=1$, $p=0,951>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 13 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=0,072$, $df=1$, $p=0,789>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 13 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.26** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.26. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 13 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,004	1	,951	1,000	,551
	Continuity Correction	,000	1	1,000		
	Likelihood Ratio	,004	1	,951		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,004	1	,952		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,072	1	,789	,841	,467
	Continuity Correction	,004	1	,947		
	Likelihood Ratio	,071	1	,789		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,071	1	,789		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 14** είναι: Στα κυκλώματα 1 και 2 του **Σχήματος 3.13** οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τρεις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα;

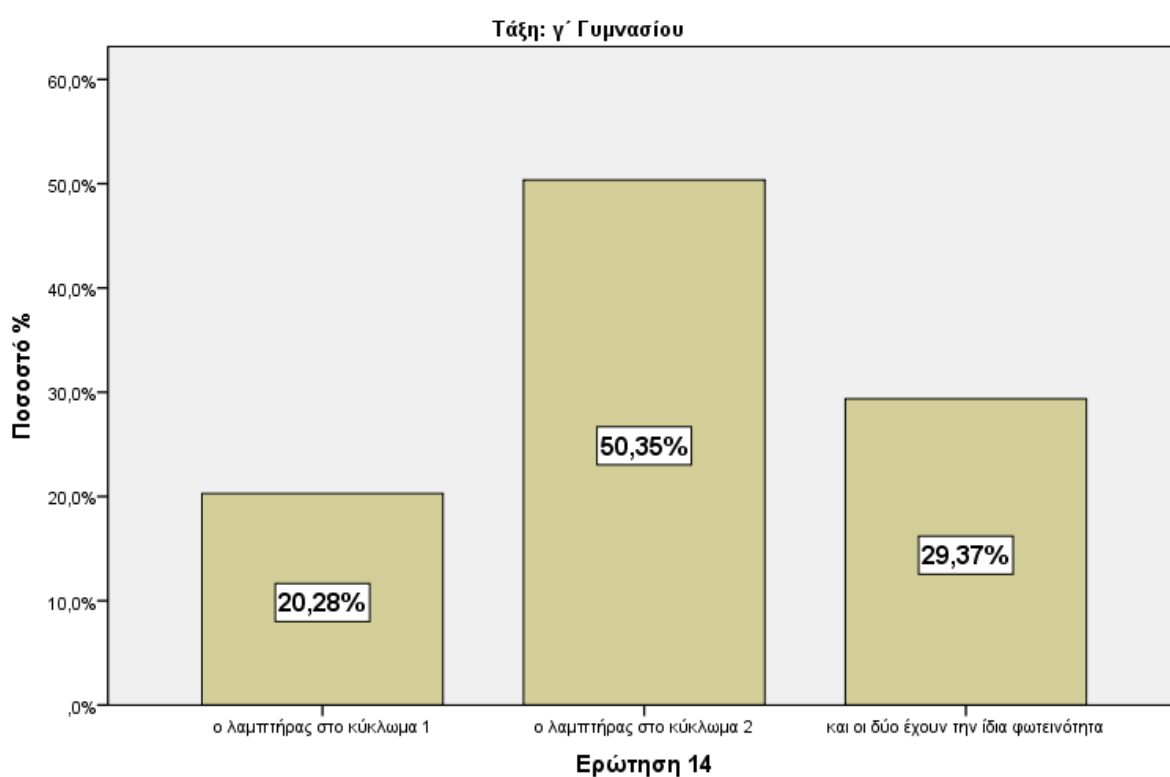


Σχήμα 3.13

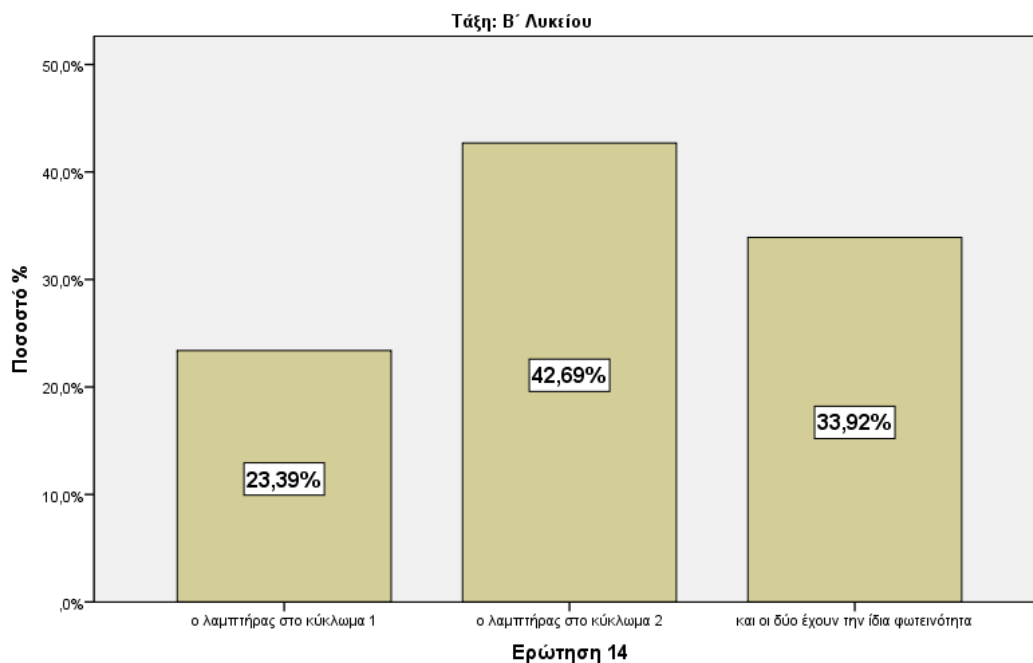
- (Α) ο λαμπτήρας στο κύκλωμα 1
- (Β) ο λαμπτήρας στο κύκλωμα 2
- (Γ) και οι δύο έχουν την ίδια φωτεινότητα

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 14 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.79** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.80**.

Η σωστή απάντηση είναι η (B) και δόθηκε από το 50,35% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 42,69% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (B) έχει συγκεντρώσει, από τις τρεις απαντήσεις, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών για την κάθε τάξη.

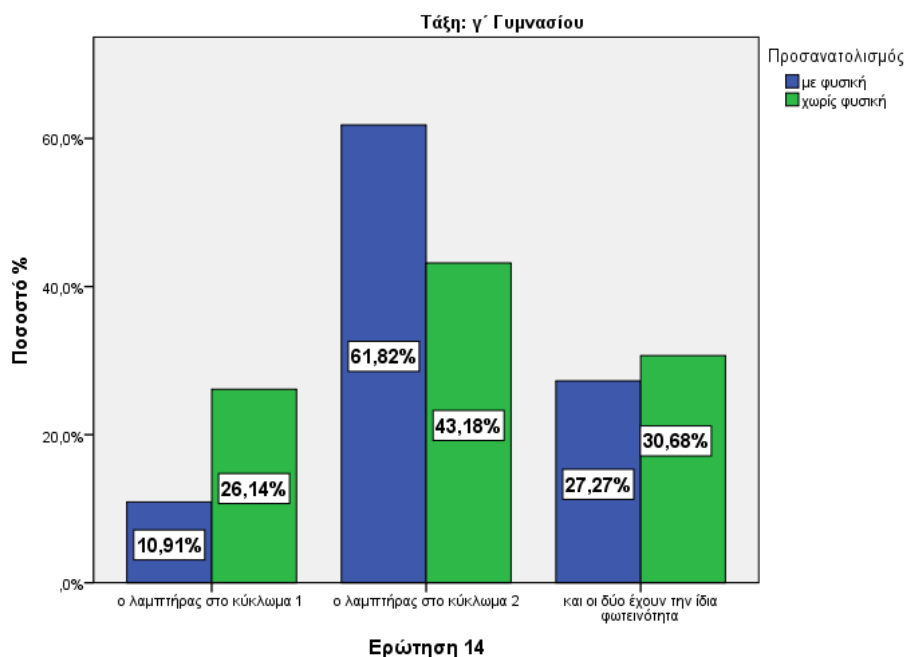


Γράφημα 3.79. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην **Ερώτηση 14**: «*Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.13 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τρεις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα*»

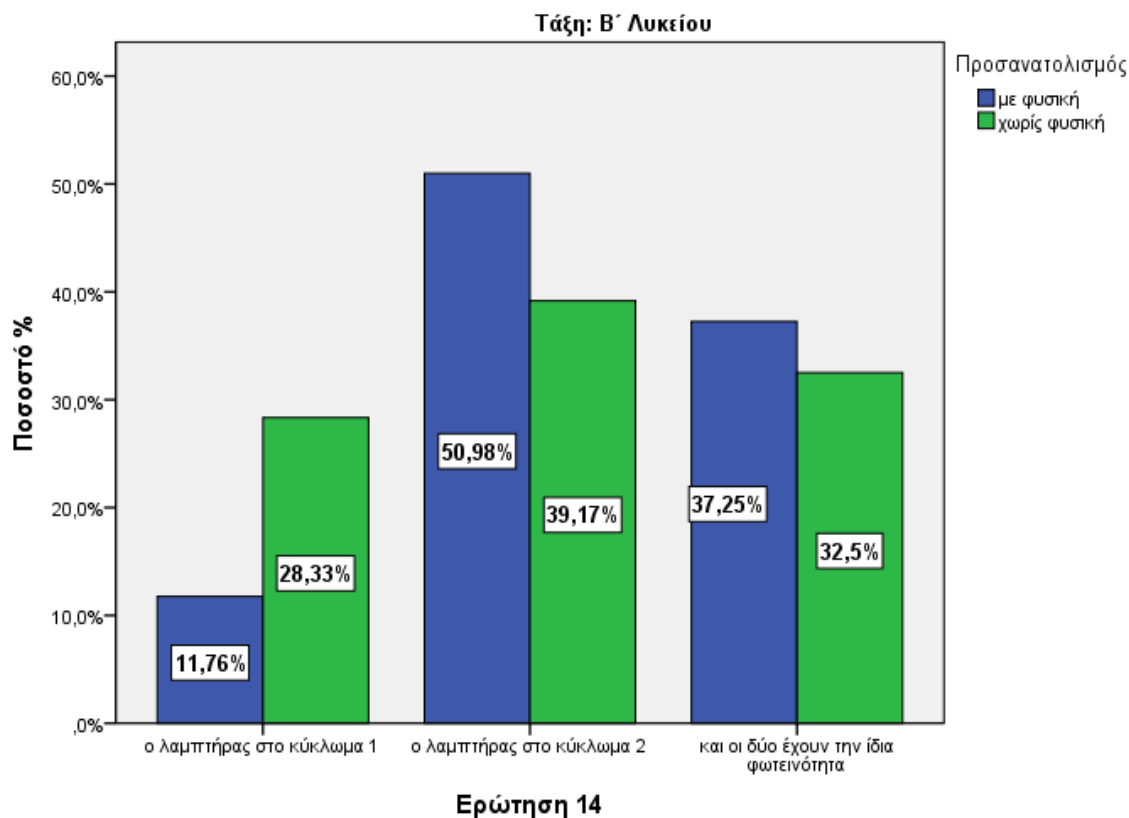


Γράφημα 3.80. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 14: «Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.13 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τρεις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 14 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.81** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.82**.



Γράφημα 3.81. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 14: «Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.13 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τρεις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα»



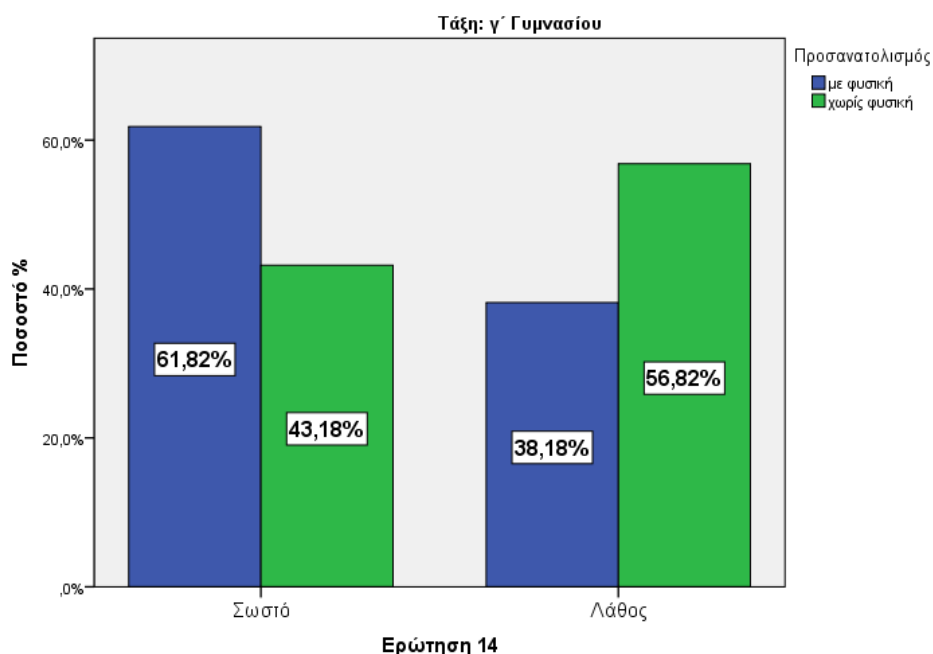
Γράφημα 3.82. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 14: «Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.13 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τρεις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=6,338$, $df=2$, $p=0,042<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 14 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ για την Β΄ Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=13,058$, $df=2$, $p=0,061>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 14 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.27** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

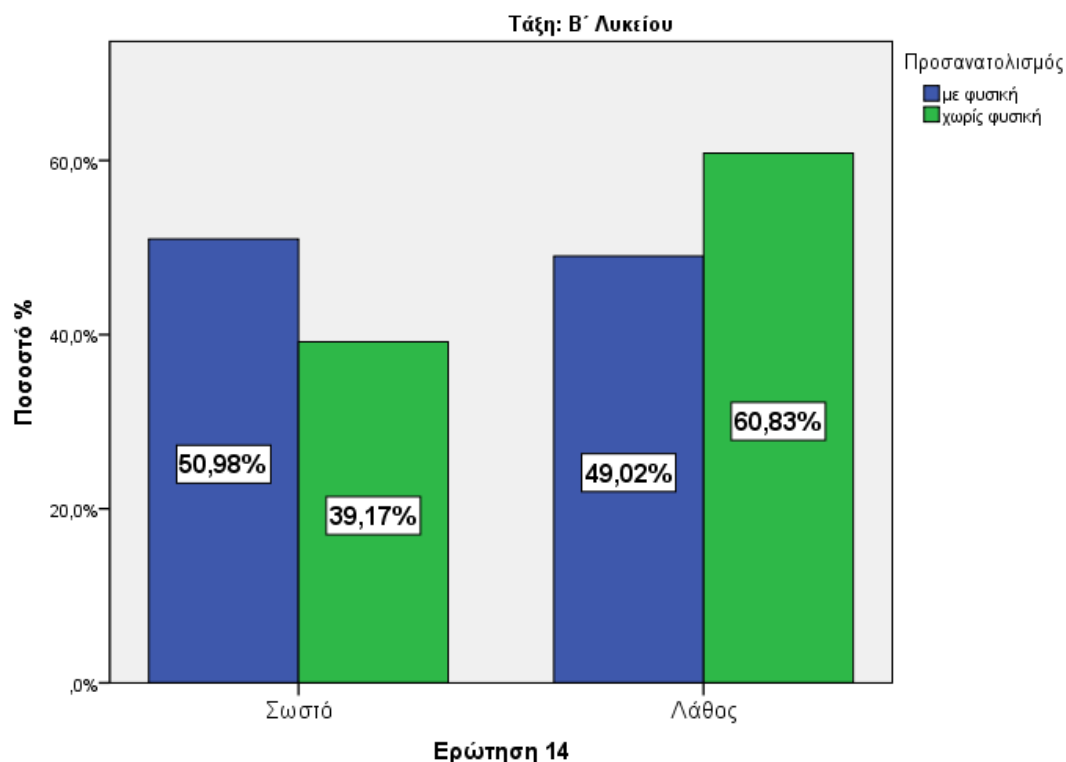
Πίνακας 3.27. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 14 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	6,338	2	,042
	Likelihood Ratio	6,648	2	,036
	Linear-by-Linear Association	,961	1	,327
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	5,609	2	,061
	Likelihood Ratio	6,151	2	,046
	Linear-by-Linear Association	2,879	1	,090
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 14 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.83 και 3.84** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, για κάθε τάξη.



Γράφημα 3.83. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 14: «Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.13 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τρεις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα»



Γράφημα 3.84. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 14**: «*Στα κυκλώματα 1 και 2 του Σχήματος 3.13 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τρεις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα*»

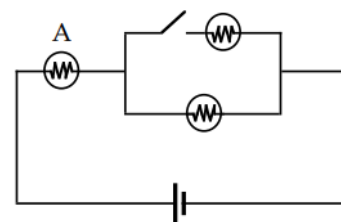
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=4,702$, $df=1$, $p=0,03<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 14 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=2,042$, $df=1$, $p=0,153>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 14 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.28** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.28. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 14 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	4,702	1	,030	,039	,023
	Continuity Correction	3,986	1	,046		
	Likelihood Ratio	4,736	1	,030		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	4,669	1	,031		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	2,042	1	,153	,178	,104
	Continuity Correction	1,587	1	,208		
	Likelihood Ratio	2,030	1	,154		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	2,030	1	,154		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 15** είναι: Πώς μεταβάλλεται η φωτεινότητα του λαμπτήρα Α, στο **Σχήμα 3.14**, όταν κλείνει ο διακόπτης;

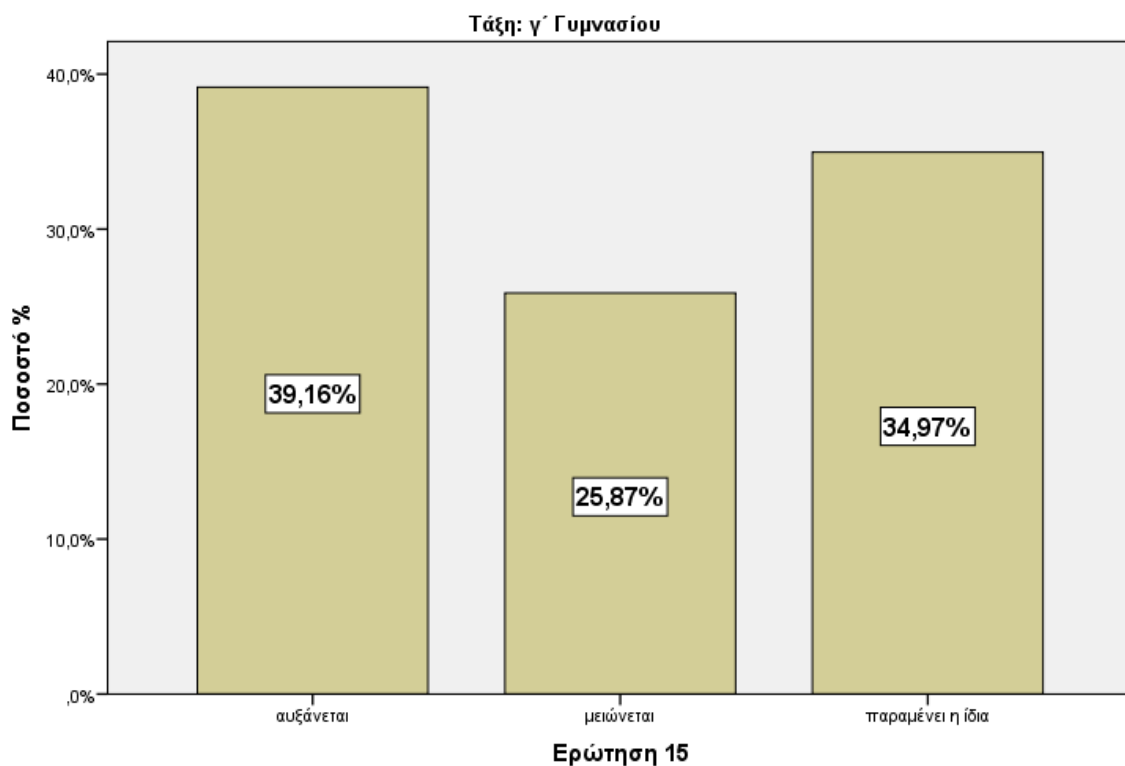
- (Α) αυξάνεται
- (Β) μειώνεται
- (Γ) παραμένει η ίδια



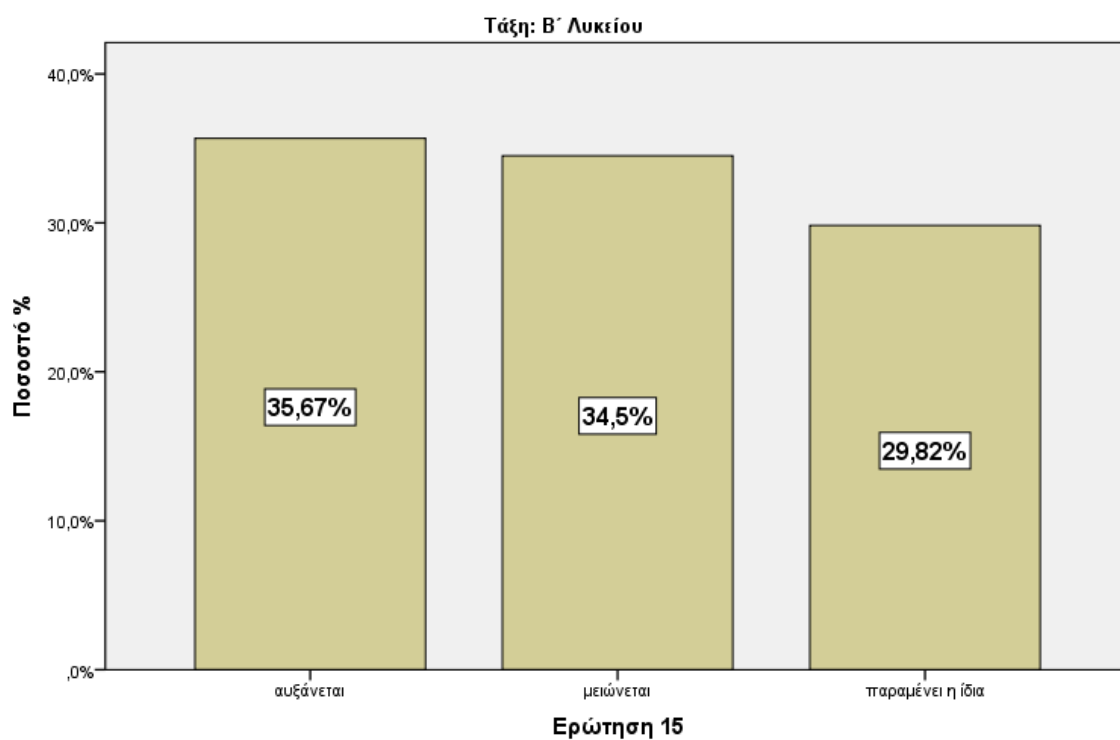
Σχήμα 3.14

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 15 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.85** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.86**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Α) και δόθηκε από το 39,16% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 36,67% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (Α) έχει πάρει, από τις τρεις απαντήσεις, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών για την κάθε τάξη.

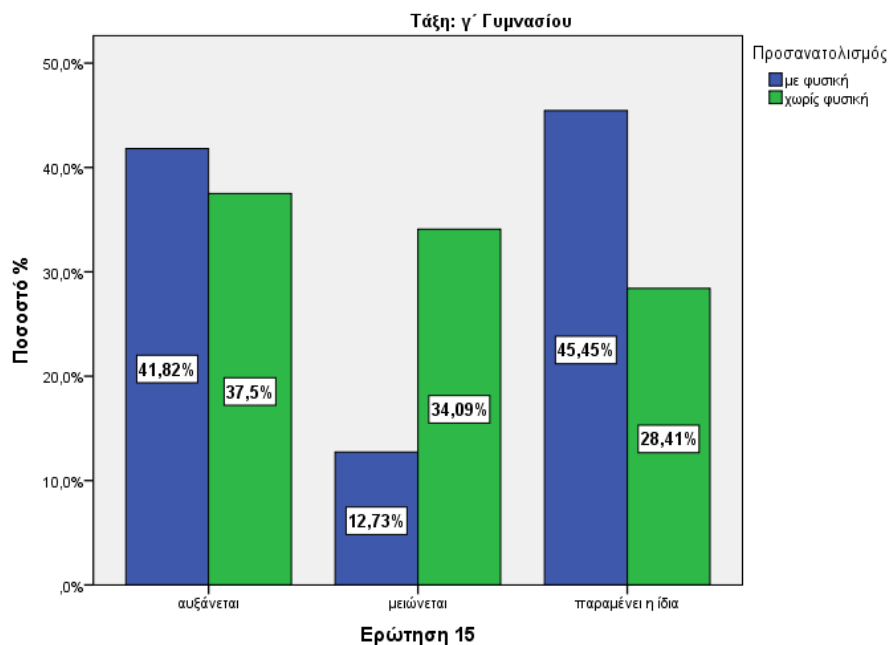


***Γράφημα 3.85.** Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου στην **Ερώτηση 15:** «Πώς μεταβάλλεται η φωτεινότητα του λαμπτήρα Α, στο Σχήμα 3.14, όταν κλείνει ο διακόπτης»*

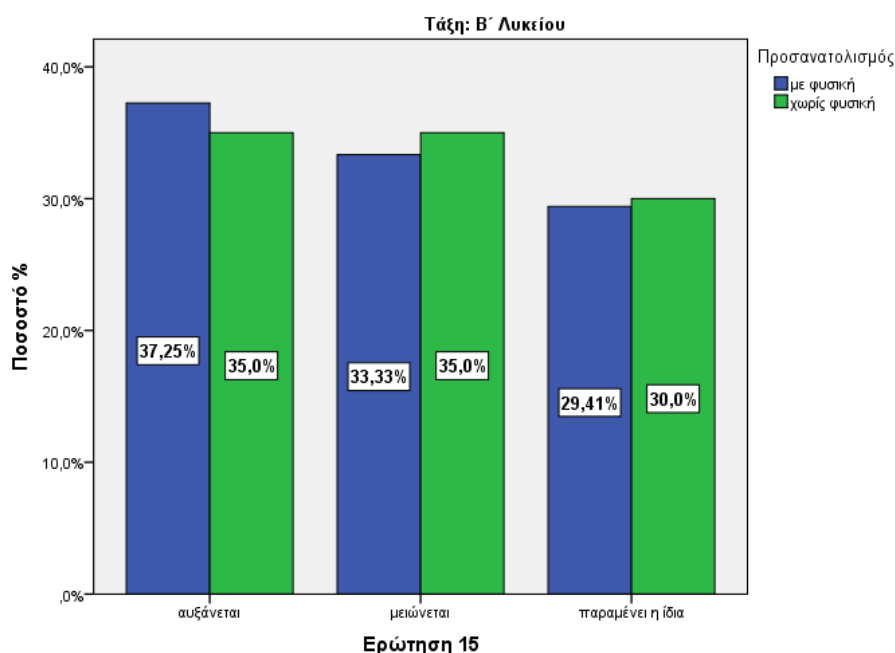


***Γράφημα 3.86.** Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου στην **Ερώτηση 15:** «Πώς μεταβάλλεται η φωτεινότητα του λαμπτήρα Α, στο Σχήμα 3.14, όταν κλείνει ο διακόπτης»*

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 15 που έδωσαν οι μαθητές της γ΄ Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.87** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β΄ Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.88**.



Γράφημα 3.87. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 15: «Πώς μεταβάλλεται η φωτεινότητα του λαμπτήρα Α, στο Σχήμα 3.14, όταν κλείνει ο διακόπτης»



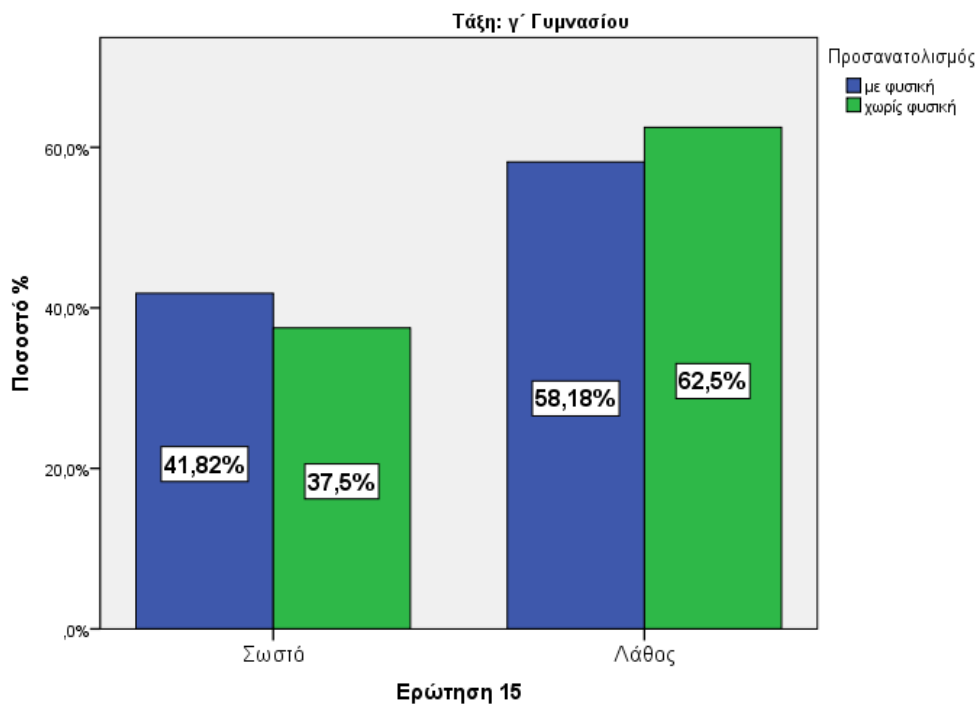
Γράφημα 3.88. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 15: «Πώς μεταβάλλεται η φωτεινότητα του λαμπτήρα Α, στο Σχήμα 3.14, όταν κλείνει ο διακόπτης»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=8,944$, $df=2$, $p=0,011<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 15 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=0,084$, $df=2$, $p=0,959>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 15 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.29** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

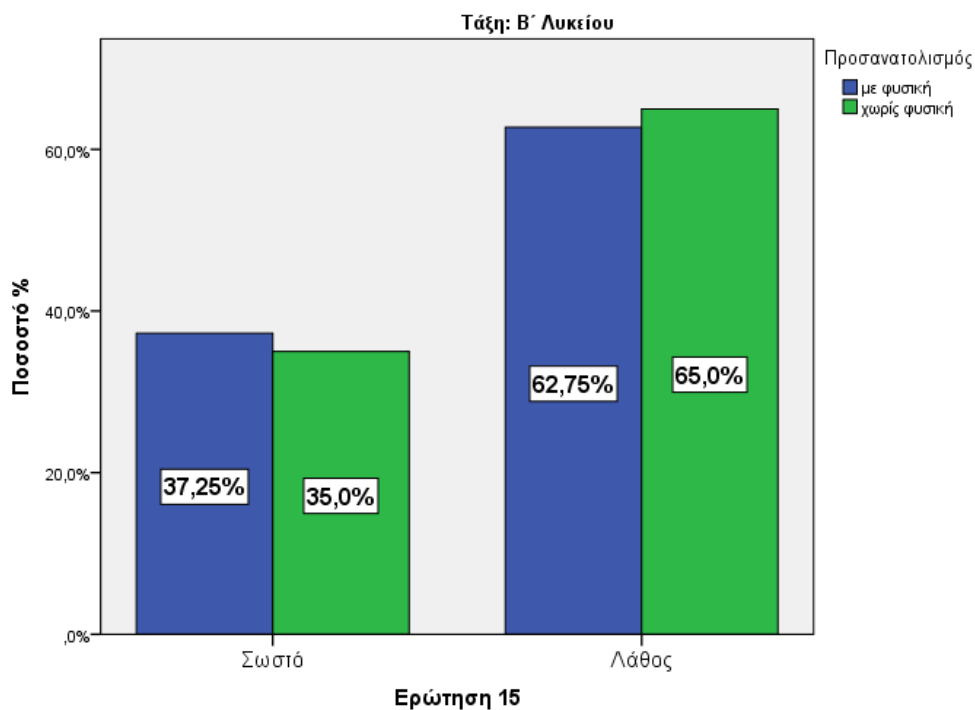
Πίνακας 3.29. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 15 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	8,944	2	,011
	Likelihood Ratio	9,510	2	,009
	Linear-by-Linear Association	,736	1	,391
	N of Valid Cases	143		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,084	2	,959
	Likelihood Ratio	,084	2	,959
	Linear-by-Linear Association	,044	1	,834
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 15 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.89 και 3.90** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι λίγο μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**.



Γράφημα 3.89. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 15**: «Πώς μεταβάλλεται η φωτεινότητα του λαμπτήρα Α, στο Σχήμα 3.14, όταν κλείνει ο διακόπτης»



Γράφημα 3.90. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 15**: «Πώς μεταβάλλεται η φωτεινότητα του λαμπτήρα Α, στο Σχήμα 3.14, όταν κλείνει ο διακόπτης»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=0,265$, $df=1$, $p=0,607>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 15 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=0,079$, $df=1$, $p=0,778>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 15 επίσης **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.30** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

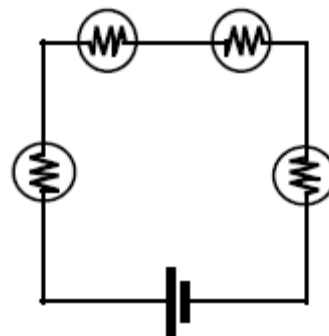
Για την Ερώτηση 15 βλέπουμε στο **Γράφημα 3.87** και στο **Γράφημα 3.89** ότι οι σωστές απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου είναι περίπου στα ίδια ποσοστά για τους δύο προσανατολισμούς, 41,82% και 37,5%. Ωστόσο είδαμε ότι για τις απαντήσεις που απεικονίζονται στο **Γράφημα 3.87** παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο προσανατολισμών, κάτι που δεν συμβαίνει στο **Γράφημα 3.89**. Αυτό οφείλεται σε διαφορές στην λάθος απάντηση για τους δύο προσανατολισμούς. Συγκεκριμένα στην λάθος απάντηση οι περισσότεροι μαθητές προσανατολισμού με φυσική απαντούν ότι η φωτεινότητα παραμένει η ίδια, ενώ οι περισσότεροι μαθητές με προσανατολισμό χωρίς φυσική απαντούν ότι μειώνεται.

Πίνακας 3.30. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 15 και του προσανατολισμού σπουδών

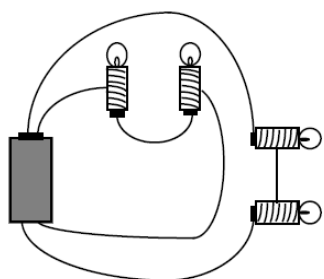
Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)		
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,265	1	,607				
	Continuity Correction	,115	1	,735				
	Likelihood Ratio	,264	1	,607				
	Fisher's Exact Test						,725	,367
	Linear-by-Linear Association	,263	1	,608				
	N of Valid Cases	143						
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,079	1	,778				
	Continuity Correction	,011	1	,915				
	Likelihood Ratio	,079	1	,779				
	Fisher's Exact Test						,862	,455
	Linear-by-Linear Association	,079	1	,779				
	N of Valid Cases	171						

Η **Ερώτηση 16** είναι: Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα κυκλώματα του **Σχήματος 3.16**, αντιπροσωπεύουν το διάγραμμα του **Σχήματος 3.15**;

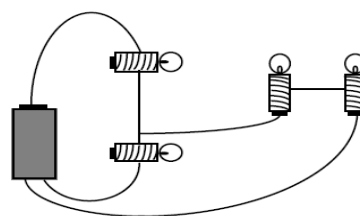
- (Α) μόνο το κύκλωμα 2
- (Β) μόνο το κύκλωμα 3
- (Γ) μόνο το κύκλωμα 4
- (Δ) τα κυκλώματα 1 και 2
- (Ε) τα κυκλώματα 3 και 4



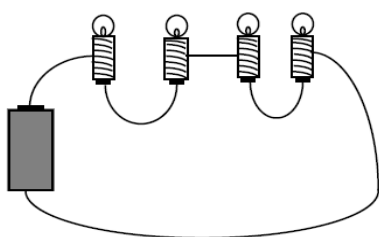
Σχήμα 3.15



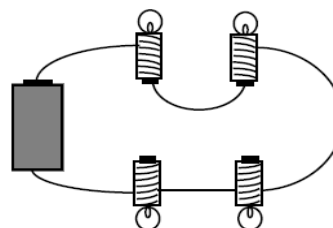
κύκλωμα 1



κύκλωμα 2



κύκλωμα 3



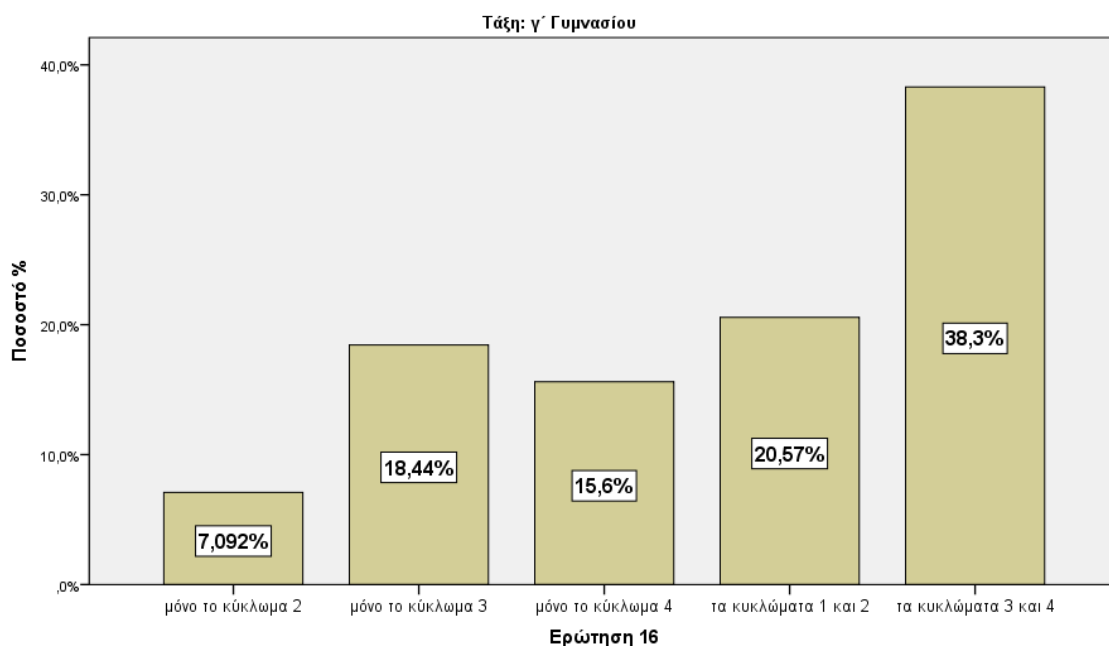
κύκλωμα 4

Σχήμα 3.16

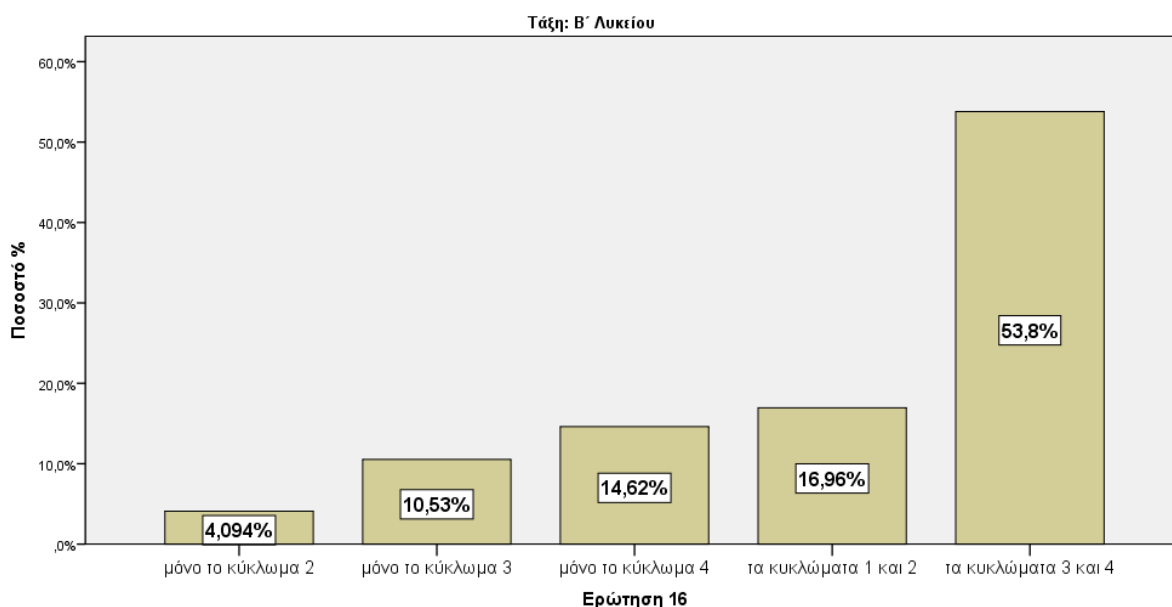
Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 16 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.91** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.92**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Β) και δόθηκε από το 18,44% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 10,53% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Οι απαντήσεις (Α) και (Δ) είναι εμφανώς λάθος και η (Ε) περιλαμβάνει τη σωστή απάντηση, αλλά **περιέχει και το κύκλωμα 4, στο οποίο οι ακροδέκτες δύο λαμπτήρων δεν είναι συνδεδεμένοι σωστά**, διότι χρησιμοποιούν στο κύκλωμα μόνο το ένα άκρο τους, συνδεδεμένο όμως με δύο διαφορετικά

σύρματα. Η απάντηση (E) έχει συγκεντρώσει, από τις πέντε απαντήσεις, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών για την κάθε τάξη.

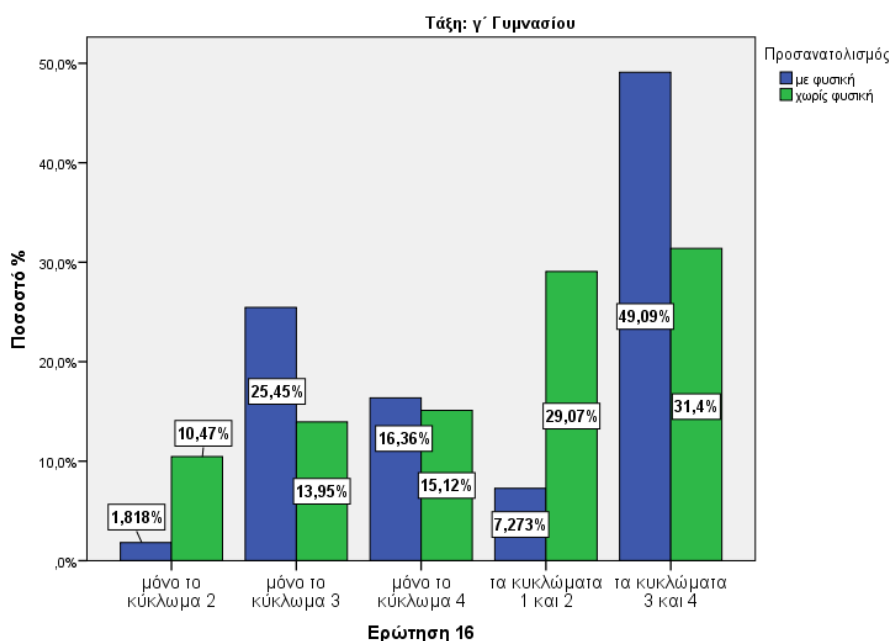


Γράφημα 3.91. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου στην Ερώτηση 16: «Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα κυκλώματα του Σχήματος 3.16, αντιπροσωπεύουν το διάγραμμα του Σχήματος 3.15»

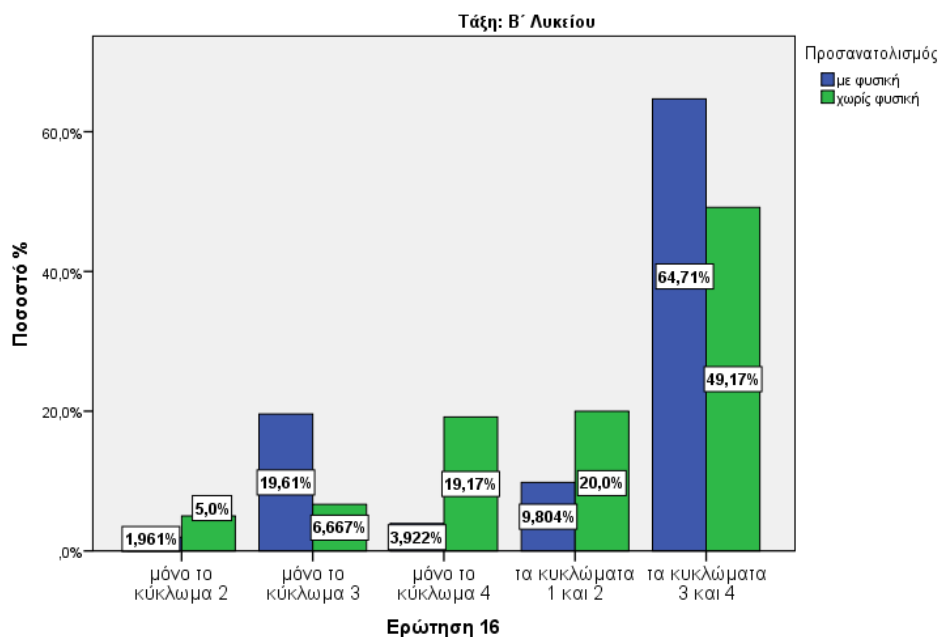


Γράφημα 3.92. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 16: «Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα κυκλώματα του Σχήματος 3.16, αντιπροσωπεύουν το διάγραμμα του Σχήματος 3.15»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 16 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.93** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.94**.



Γράφημα 3.93. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 16: «Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα κυκλώματα του Σχήματος 3.16, αντιπροσωπεύουν το διάγραμμα του Σχήματος 3.15»



Γράφημα 3.94. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 16: «Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα κυκλώματα του Σχήματος 3.16, αντιπροσωπεύουν το διάγραμμα του Σχήματος 3.15»

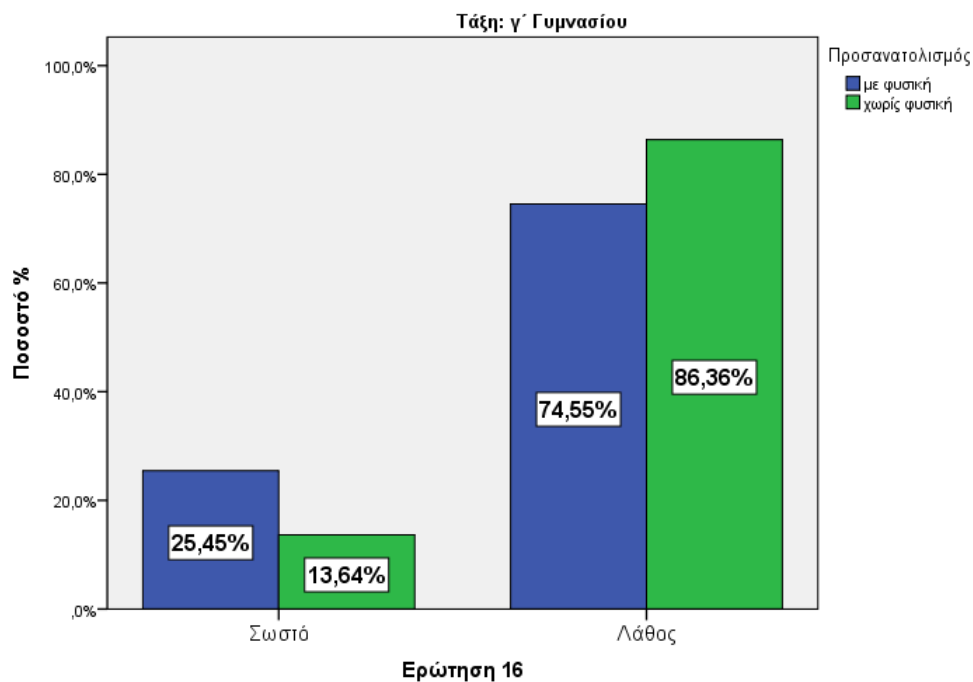
Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=16,468$, $df=4$, $p=0,002<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 16 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=15,991$, $df=4$, $p=0,003<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 16 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.31** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Για την Ερώτηση 16 βλέπουμε στο **Γράφημα 3.93** για την γ' Γυμνασίου και στο **Γράφημα 3.94** για την Β' Λυκείου, ότι και στους δύο προσανατολισμούς, οι περισσότεροι μαθητές επιλέγουν την λάθος απάντηση (Ε) με μεγάλη διαφορά έναντι των άλλων απαντήσεων.

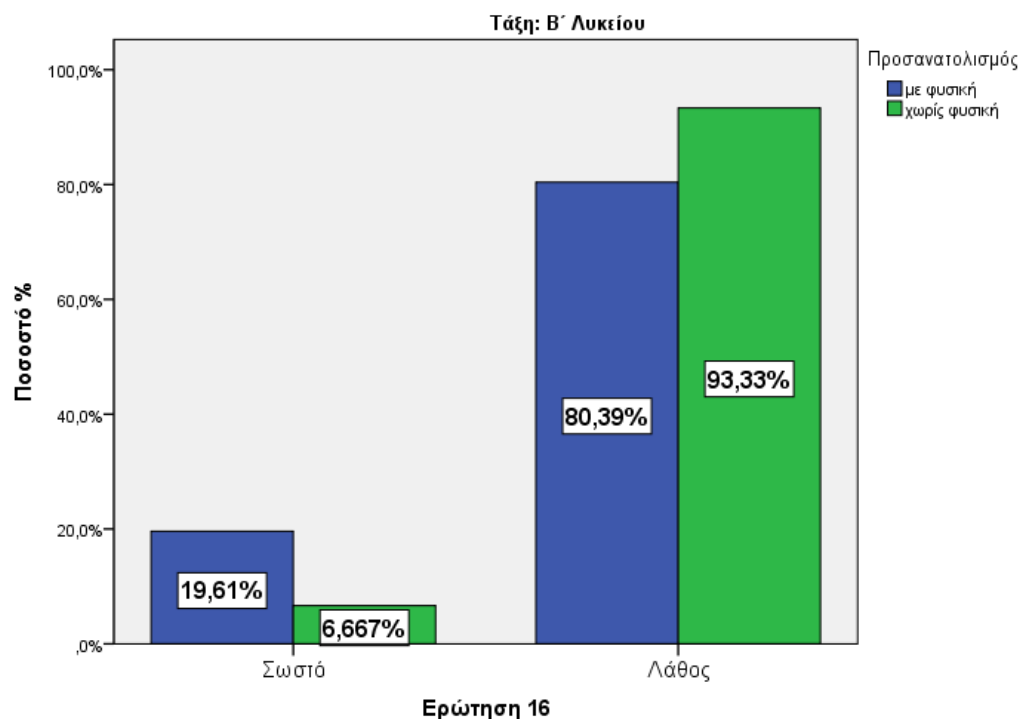
Πίνακας 3.31. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 16 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	16,468	4	,002
	Likelihood Ratio	18,309	4	,001
	Linear-by-Linear Association	,700	1	,403
	N of Valid Cases	141		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	15,991	4	,003
	Likelihood Ratio	17,242	4	,002
	Linear-by-Linear Association	,476	1	,490
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 16 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.95 και 3.96** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι αισθητά μεγαλύτερο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**.



Γράφημα 3.95. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 16: «Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα κυκλώματα του Σχήματος 3.16, αντιπροσωπεύουν το διάγραμμα του Σχήματος 3.15»



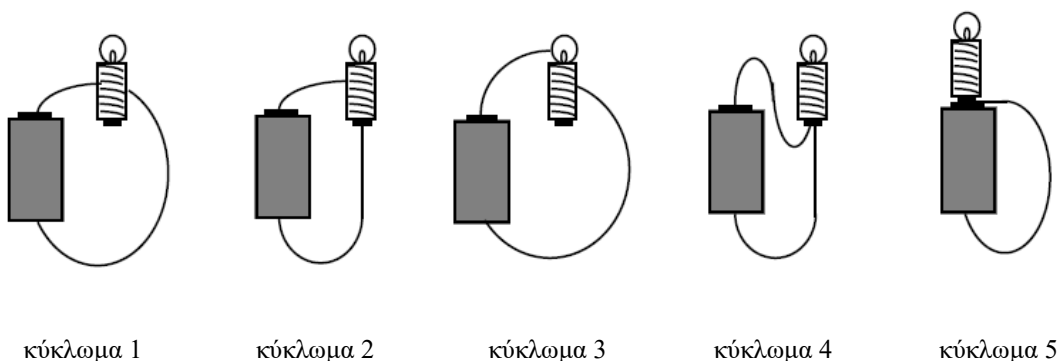
Γράφημα 3.96. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 16: «Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα κυκλώματα του Σχήματος 3.16, αντιπροσωπεύουν το διάγραμμα του Σχήματος 3.15»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=3,178$, $df=1$, $p=0,075>0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 16 **δεν εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=6,364$, $df=1$, $p=0,012<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 16 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.32** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.32. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 16 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	3,178	1	,075	,117	,061
	Continuity Correction	2,433	1	,119		
	Likelihood Ratio	3,102	1	,078		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	3,156	1	,076		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	6,364	1	,012	,026	,015
	Continuity Correction	5,064	1	,024		
	Likelihood Ratio	5,817	1	,016		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	6,327	1	,012		
	N of Valid Cases	171				

Η **Ερώτηση 17** είναι: Τι ισχύει για τους λαμπτήρες στα παρακάτω κυκλώματα του **Σχήματος 3.17**;

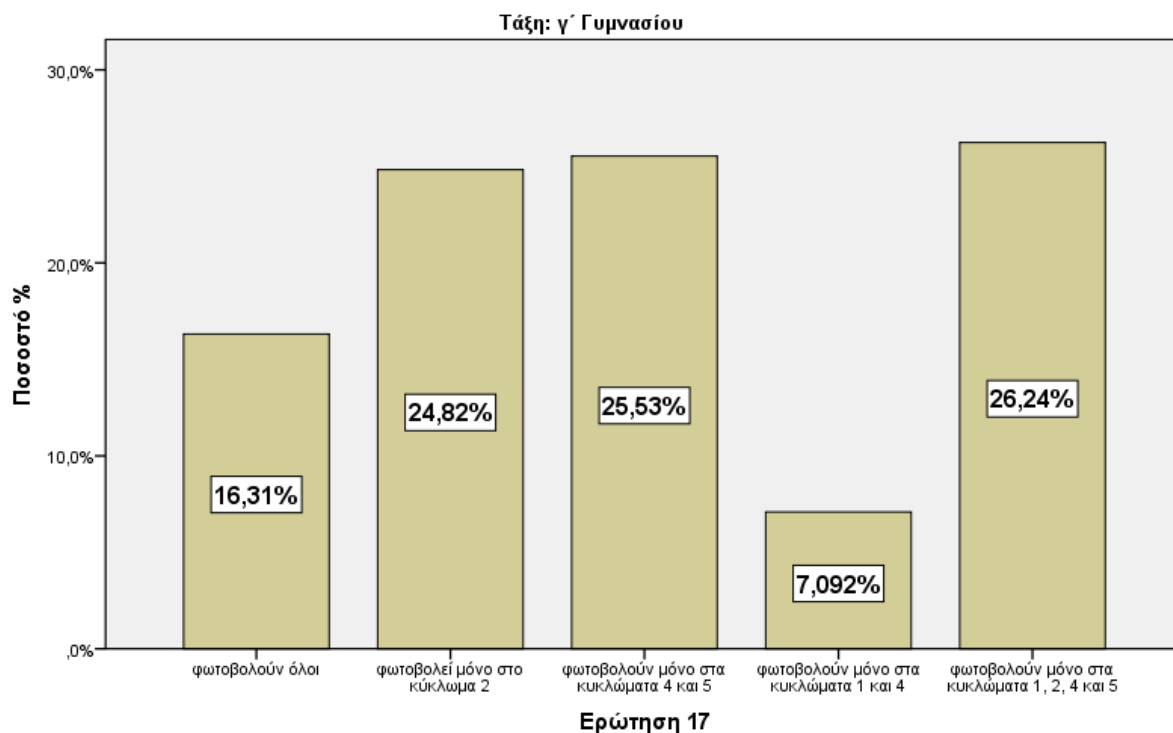


Σχήμα 3.17

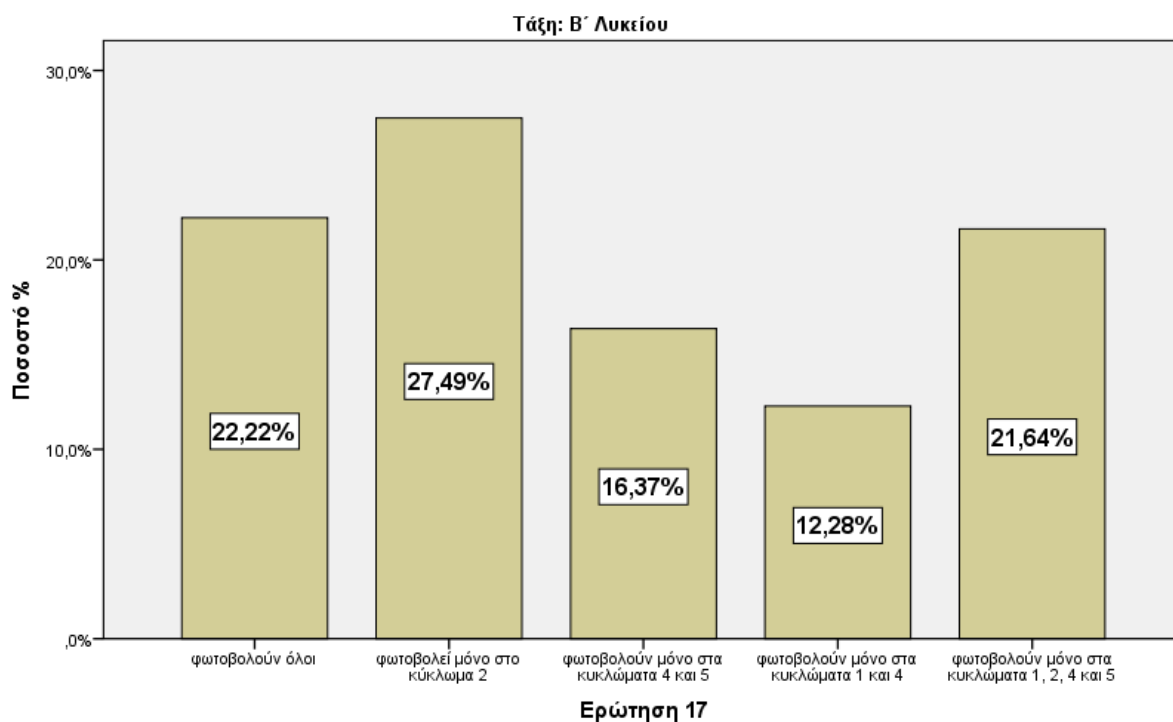
- (Α) φωτοβολούν όλοι
- (Β) φωτοβολεί μόνο στο κύκλωμα 2
- (Γ) φωτοβολούν μόνο στα κυκλώματα 4 και 5
- (Δ) φωτοβολούν μόνο στα κυκλώματα 1 και 4
- (Ε) φωτοβολούν μόνο στα κυκλώματα 1, 2, 4 και 5

Η κατανομή των απαντήσεων στην Ερώτηση 17 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.97** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.98**.

Η σωστή απάντηση είναι η (Β) και δόθηκε από το 24,82% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 27,49% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Η απάντηση (Β) έχει συγκεντρώσει, από τις πέντε απαντήσεις, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών του Λυκείου, ενώ η απάντηση (Ε) έχει συγκεντρώσει το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών του Γυμνασίου.

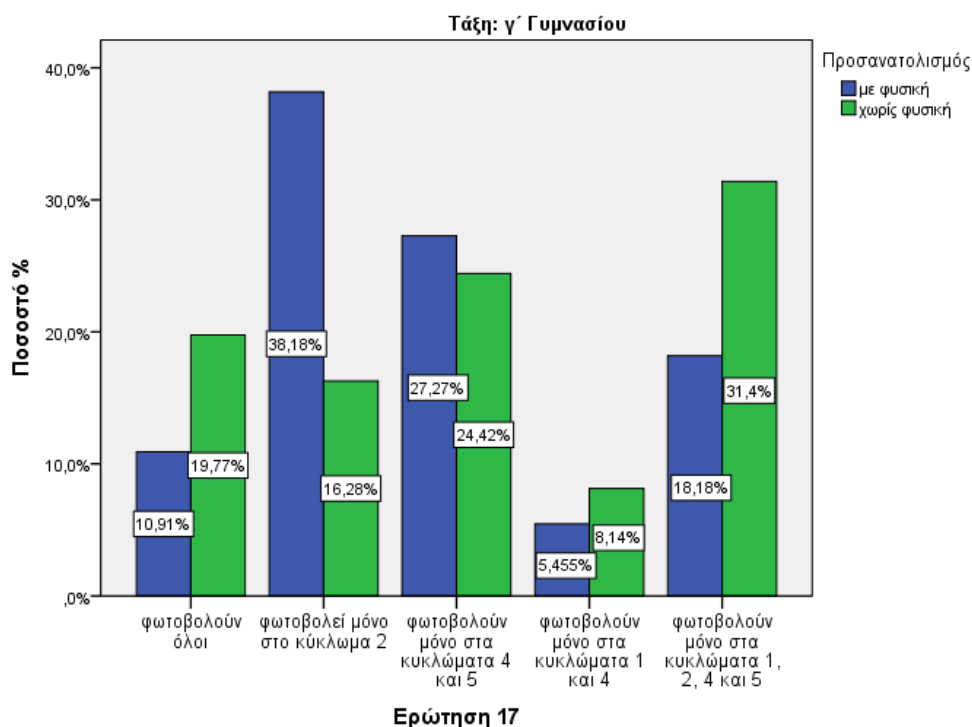


Γράφημα 3.97. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου στην **Ερώτηση 17**: «Τι ισχύει για τους λαμπτήρες στα παρακάτω κυκλώματα του Σχήματος 3.17»

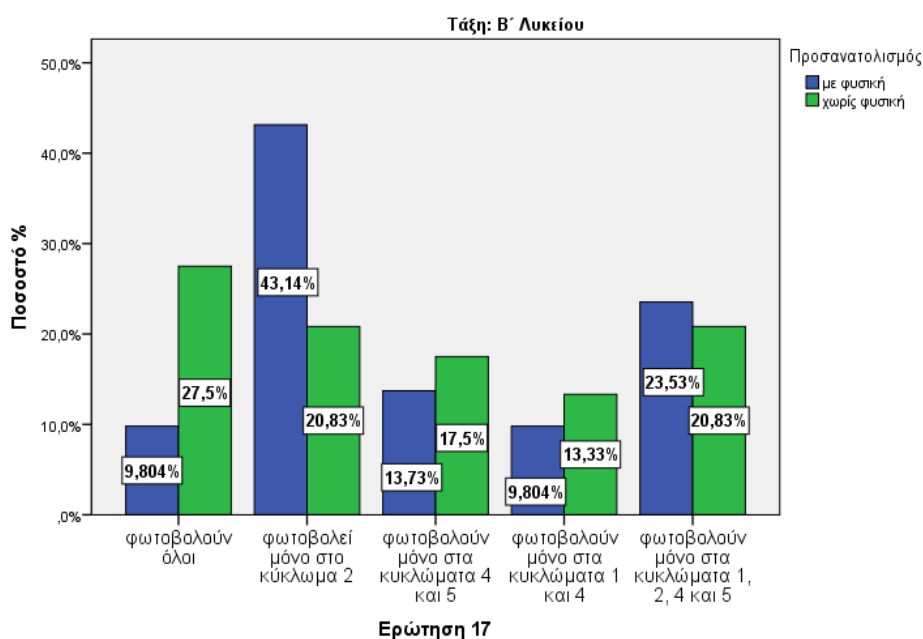


Γράφημα 3.98. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β΄ Γενικού Λυκείου στην **Ερώτηση 17**: «Τι ισχύει για τους λαμπτήρες στα παρακάτω κυκλώματα του Σχήματος 3.17»

Η κατανομή των απαντήσεων **ανά προσανατολισμό σπουδών**, στην Ερώτηση 17 που έδωσαν οι μαθητές της γ' Γυμνασίου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.99** και των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές της Β' Γενικού Λυκείου, φαίνεται στο **Γράφημα 3.100**.



Γράφημα 3.99. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 17: «Τι ισχύει για τους λαμπτήρες στα παρακάτω κυκλώματα του Σχήματος 3.17»



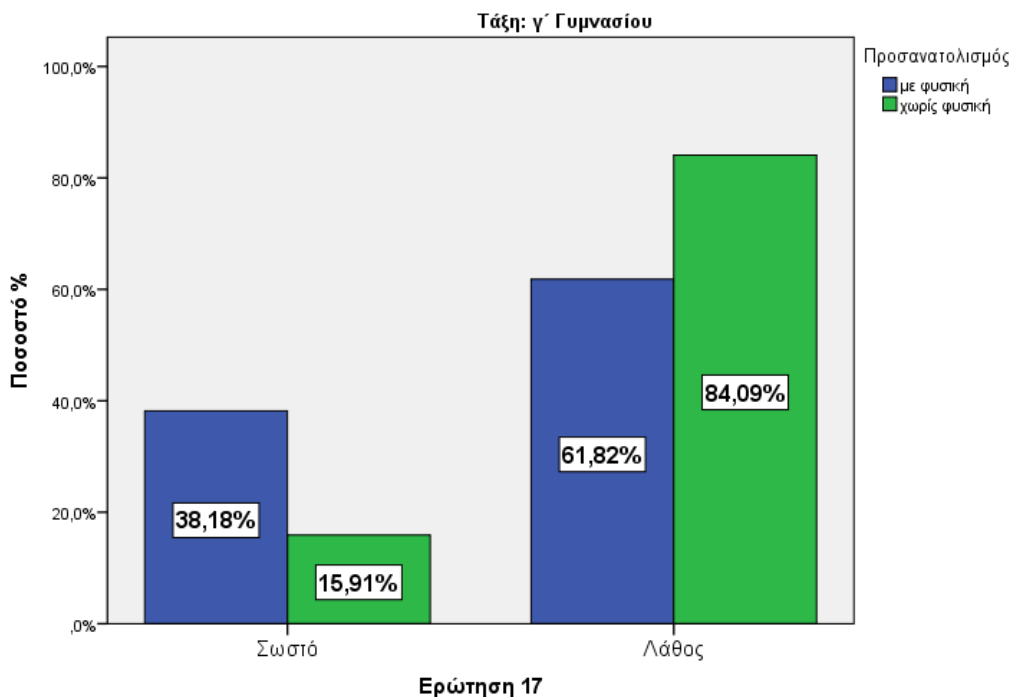
Γράφημα 3.100. Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην Ερώτηση 17: «Τι ισχύει για τους λαμπτήρες στα παρακάτω κυκλώματα του Σχήματος 3.17»

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=10,777$, $df=4$, $p=0,029<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 17 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=12,316$, $df=4$, $p=0,015<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 17 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.33** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

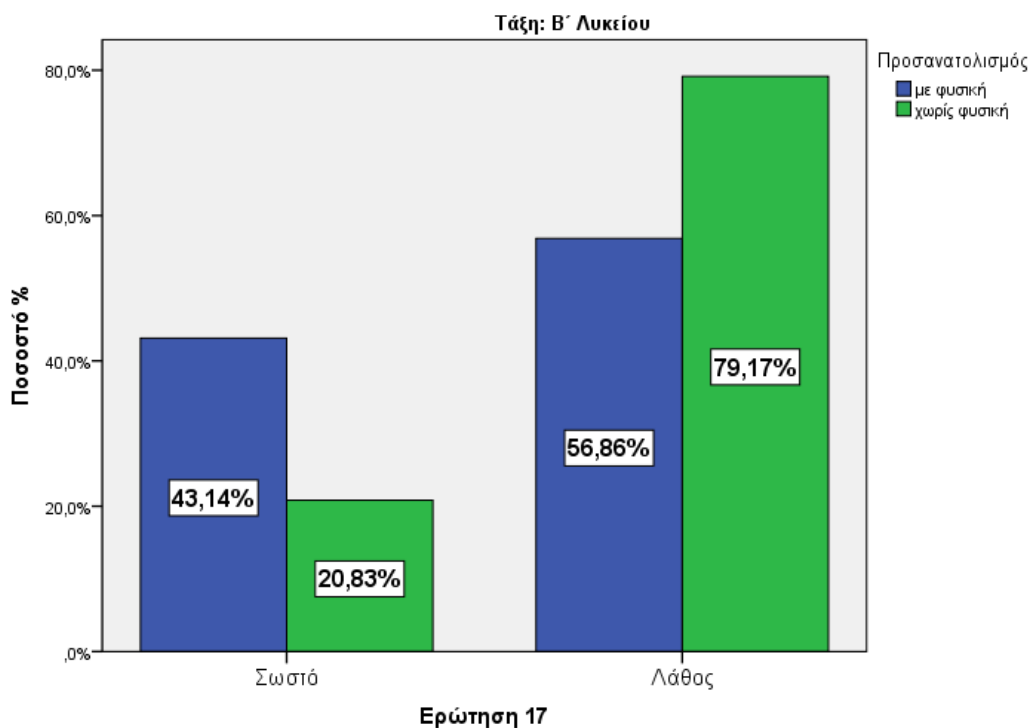
Πίνακας 3.33. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 17 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	10,777	4	,029
	Likelihood Ratio	10,782	4	,029
	Linear-by-Linear Association	1,828	1	,176
	N of Valid Cases	141		
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	12,316	4	,015
	Likelihood Ratio	12,678	4	,013
	Linear-by-Linear Association	,374	1	,541
	N of Valid Cases	171		

Ομαδοποιούμε τις απαντήσεις των μαθητών στην Ερώτηση 17 σε **Σωστές και Λάθος για καθεμιά από τις δύο τάξεις**. Στα **Γραφήματα 3.101 και 3.102** βλέπουμε τα ποσοστά των σωστών και λάθος απαντήσεων για κάθε τάξη και παρατηρούμε ότι το ποσοστό των σωστών απαντήσεων του προσανατολισμού με φυσική είναι υπερδιπλάσιο του αντίστοιχου χωρίς φυσική, **για κάθε τάξη**.



Γράφημα 3.101. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της γ' Γυμνασίου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 17: «Τι ισχύει για τους λαμπτήρες στα παρακάτω κυκλώματα του Σχήματος 3.17»**



Γράφημα 3.102. Η κατανομή των απαντήσεων Σωστό-Λάθος των μαθητών της Β' Γενικού Λυκείου, ανά προσανατολισμό σπουδών, στην **Ερώτηση 17: «Τι ισχύει για τους λαμπτήρες στα παρακάτω κυκλώματα του Σχήματος 3.17»**

Εφαρμόζοντας το στατιστικό κριτήριο χ^2 για την γ' Γυμνασίου προκύπτει ($\chi^2=9,083$, $df=1$, $p=0,003<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γυμνασίου στην Ερώτηση 17 **εξαρτώνται** από τον προσανατολισμό σπουδών και για την Β' Γενικού Λυκείου προκύπτει ($\chi^2=8,933$, $df=1$, $p=0,003<0,05$), δηλαδή οι απαντήσεις Σωστού-Λάθους των μαθητών του Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 17 **εξαρτώνται** επίσης από τον προσανατολισμό σπουδών. Στον **Πίνακα 3.34** φαίνεται η συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του προσανατολισμού σπουδών.

Πίνακας 3.34. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 17 και του προσανατολισμού σπουδών

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	9,083	1	,003	,005	,003
	Continuity Correction	7,918	1	,005		
	Likelihood Ratio	8,899	1	,003		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	9,020	1	,003		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	8,933	1	,003	,005	,003
	Continuity Correction	7,849	1	,005		
	Likelihood Ratio	8,550	1	,003		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	8,881	1	,003		
	N of Valid Cases	171				

Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να συγκεντρωθούν στον **Πίνακα 3.35**. Για τις 17 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου δηλώνεται στις γραμμές του **Πίνακα 3.35** αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά (σσδ), Με παύλα (-) δηλώνεται η ανυπαρξία στατιστικά σημαντικής διαφοράς.

Πίνακας 3.35. Συγκεντρωτικά στοιχεία για στατιστική σημαντικότητα
 Στατιστικά σημαντική διαφορά (σσδ), Με παύλα (-) δηλώνεται η ανυπαρξία στατιστικά
 σημαντικής διαφοράς

Ερώτηση	Γυμνάσιο		Γενικό Λύκειο	
	Απάντηση	Απάντηση Σ-Λ	Απάντηση	Απάντηση Σ-Λ
1	σσδ	σσδ	σσδ	σσδ
2	-	-	-	-
3	σσδ	σσδ	-	-
4	σσδ	σσδ	σσδ	σσδ
5	σσδ	σσδ	σσδ	σσδ
6	σσδ	σσδ	σσδ	σσδ
7	-	-	σσδ	σσδ
8	-	-	-	-
9	σσδ	σσδ	σσδ	σσδ
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	σσδ	σσδ
13	-	-	-	-
14	σσδ	σσδ	-	-
15	σσδ	-	-	-
16	σσδ	-	σσδ	σσδ
17	σσδ	σσδ	σσδ	σσδ

Συγκεκριμένα στις ερωτήσεις: 1, 3, 4, 5, 6, 9, 14, 15, 16, 17, οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου εξαρτώνται από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ στις ερωτήσεις 2, 7, 8, 10, 11, 12, 13, οι απαντήσεις των μαθητών του Γυμνασίου δεν εξαρτώνται από τον προσανατολισμό σπουδών. Στις 10 από τις 17 ερωτήσεις έχουμε εξάρτηση από τον προσανατολισμό σπουδών. Στις ερωτήσεις 15 και 16 η απάντηση Σωστό-Λάθος **δεν εξαρτάται** από τον προσανατολισμό σπουδών.

Στις ερωτήσεις: 1, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 16, 17, οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου εξαρτώνται από τον προσανατολισμό σπουδών, ενώ στις ερωτήσεις 2, 3, 8, 10, 11, 13, 14, 15, οι απαντήσεις των μαθητών του Γενικού Λυκείου δεν εξαρτώνται από τον προσανατολισμό σπουδών. Στις 9 από τις 17 ερωτήσεις έχουμε εξάρτηση από τον προσανατολισμό σπουδών.

Στα ποσοστά των σωστών απαντήσεων υπάρχει γενικά στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ των μαθητών με προσανατολισμό που έχει φυσική, σε σχέση με τους μαθητές με προσανατολισμό χωρίς φυσική. Στις ερωτήσεις 7, 8, 10, και 11 για το Γυμνάσιο και στην ερώτηση 10 για το Λύκειο τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων είναι **μεγαλύτερα για τον προσανατολισμό σπουδών χωρίς φυσική, σε σχέση με τον προσανατολισμό με φυσική, χωρίς όμως στατιστικά σημαντική διαφορά.**

3.1.2 Συνάφεια ομαδοποιημένων απαντήσεων Σωστού-Λάθους με φύλο, για κάθε τάξη

Εφαρμόζουμε το στατιστικό κριτήριο χ^2 για να προσδιορίσουμε την συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους για τις 17 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και του φύλου των μαθητών, για καθεμιά από τις δύο τάξεις. Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν οι Πίνακες 3.36-3.52.

Πίνακας 3.36. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 1 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,735	1	,391	,503	,264
	Continuity Correction	,402	1	,526		
	Likelihood Ratio	,738	1	,390		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,730	1	,393		
	N of Valid Cases	143				
B' Λυκείου	Pearson Chi-Square	2,320	1	,128	,135	,097
	Continuity Correction	1,706	1	,192		
	Likelihood Ratio	2,278	1	,131		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	2,307	1	,129		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.37. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 2 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)		
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	1,699	1	,192				
	Continuity Correction	1,282	1	,258				
	Likelihood Ratio	1,704	1	,192				
	Fisher's Exact Test						,231	,129
	Linear-by-Linear Association	1,687	1	,194				
	N of Valid Cases	143						
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	1,359	1	,244				
	Continuity Correction	,991	1	,320				
	Likelihood Ratio	1,348	1	,246				
	Fisher's Exact Test						,307	,160
	Linear-by-Linear Association	1,351	1	,245				
	N of Valid Cases	171						

Πίνακας 3.38. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 3 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)		
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,252	1	,616				
	Continuity Correction	,100	1	,751				
	Likelihood Ratio	,252	1	,616				
	Fisher's Exact Test						,712	,376
	Linear-by-Linear Association	,250	1	,617				
	N of Valid Cases	143						
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,048	1	,827				
	Continuity Correction	,002	1	,964				
	Likelihood Ratio	,048	1	,827				
	Fisher's Exact Test						,863	,480
	Linear-by-Linear Association	,048	1	,827				
	N of Valid Cases	171						

Πίνακας 3.39. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 4 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,057	1	,811		
	Continuity Correction	,005	1	,946		
	Likelihood Ratio	,057	1	,811		
	Fisher's Exact Test				,865	,473
	Linear-by-Linear Association	,057	1	,812		
	N of Valid Cases	143				
	Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,762	1	,383	
Continuity Correction		,511	1	,475		
Likelihood Ratio		,761	1	,383		
Fisher's Exact Test					,429	,237
Linear-by-Linear Association		,758	1	,384		
N of Valid Cases		171				

Πίνακας 3.40. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 5 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,570	1	,450		
	Continuity Correction	,339	1	,560		
	Likelihood Ratio	,571	1	,450		
	Fisher's Exact Test				,493	,280
	Linear-by-Linear Association	,566	1	,452		
	N of Valid Cases	143				
	Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,129	1	,720	
Continuity Correction		,041	1	,840		
Likelihood Ratio		,129	1	,720		
Fisher's Exact Test					,755	,420
Linear-by-Linear Association		,128	1	,721		
N of Valid Cases		171				

Πίνακας 3.41. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 6 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,219	1	,640	,725	,385
	Continuity Correction	,085	1	,770		
	Likelihood Ratio	,219	1	,640		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,218	1	,641		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,523	1	,470	,533	,285
	Continuity Correction	,321	1	,571		
	Likelihood Ratio	,523	1	,470		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,520	1	,471		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.42. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 7 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,982	1	,322	,382	,207
	Continuity Correction	,665	1	,415		
	Likelihood Ratio	,984	1	,321		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,975	1	,323		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	3,451	1	,063	,085	,044
	Continuity Correction	2,894	1	,089		
	Likelihood Ratio	3,452	1	,063		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	3,431	1	,064		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.43. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 8 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)		
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	2,014	1	,156				
	Continuity Correction	1,567	1	,211				
	Likelihood Ratio	2,019	1	,155				
	Fisher's Exact Test						,182	,105
	Linear-by-Linear Association	2,000	1	,157				
	N of Valid Cases	143						
B' Λυκείου	Pearson Chi-Square	2,325	1	,127				
	Continuity Correction	1,873	1	,171				
	Likelihood Ratio	2,337	1	,126				
	Fisher's Exact Test						,160	,085
	Linear-by-Linear Association	2,312	1	,128				
	N of Valid Cases	171						

Πίνακας 3.44. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 9 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)		
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,145	1	,704				
	Continuity Correction	,029	1	,865				
	Likelihood Ratio	,145	1	,704				
	Fisher's Exact Test						,834	,433
	Linear-by-Linear Association	,144	1	,705				
	N of Valid Cases	143						
B' Λυκείου	Pearson Chi-Square	2,290	1	,130				
	Continuity Correction	1,819	1	,177				
	Likelihood Ratio	2,275	1	,131				
	Fisher's Exact Test						,141	,089
	Linear-by-Linear Association	2,277	1	,131				
	N of Valid Cases	171						

Πίνακας 3.45. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 10 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	1,800	1	,180		
	Continuity Correction	1,360	1	,244		
	Likelihood Ratio	1,806	1	,179		
	Fisher's Exact Test				,220	,122
	Linear-by-Linear Association	1,787	1	,181		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,014	1	,906		
	Continuity Correction	,000	1	1,000		
	Likelihood Ratio	,014	1	,906		
	Fisher's Exact Test				1,000	,516
	Linear-by-Linear Association	,014	1	,906		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.46. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 11 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	3,280	1	,070		
	Continuity Correction	2,639	1	,104		
	Likelihood Ratio	3,307	1	,069		
	Fisher's Exact Test				,093	,052
	Linear-by-Linear Association	3,257	1	,071		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,517	1	,472		
	Continuity Correction	,308	1	,579		
	Likelihood Ratio	,515	1	,473		
	Fisher's Exact Test				,514	,289
	Linear-by-Linear Association	,514	1	,473		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.47. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 12 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,016	1	,899	1,000	,522
	Continuity Correction	,000	1	1,000		
	Likelihood Ratio	,016	1	,899		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,016	1	,899		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,018	1	,894	1,000	,514
	Continuity Correction	,000	1	1,000		
	Likelihood Ratio	,018	1	,894		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,018	1	,895		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.48. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 13 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,002	1	,961	1,000	,557
	Continuity Correction	,000	1	1,000		
	Likelihood Ratio	,002	1	,961		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,002	1	,961		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	1,000	1	,317	,352	,208
	Continuity Correction	,660	1	,417		
	Likelihood Ratio	,989	1	,320		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,994	1	,319		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.49. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 14 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,063	1	,802	,868	,467
	Continuity Correction	,007	1	,934		
	Likelihood Ratio	,063	1	,802		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,062	1	,803		
	N of Valid Cases	143				
B' Λυκείου	Pearson Chi-Square	1,186	1	,276	,345	,176
	Continuity Correction	,868	1	,352		
	Likelihood Ratio	1,192	1	,275		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	1,179	1	,277		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.50. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 15 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	1,199	1	,273	,307	,178
	Continuity Correction	,853	1	,356		
	Likelihood Ratio	1,201	1	,273		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	1,191	1	,275		
	N of Valid Cases	143				
B' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,276	1	,599	,629	,360
	Continuity Correction	,131	1	,717		
	Likelihood Ratio	,277	1	,599		
	Fisher's Exact Test					
	Linear-by-Linear Association	,274	1	,601		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.51. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 16 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	,822	1	,365		
	Continuity Correction	,476	1	,490		
	Likelihood Ratio	,825	1	,364		
	Fisher's Exact Test				,393	,245
	Linear-by-Linear Association	,816	1	,366		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	,778	1	,378		
	Continuity Correction	,395	1	,530		
	Likelihood Ratio	,765	1	,382		
	Fisher's Exact Test				,449	,263
	Linear-by-Linear Association	,774	1	,379		
	N of Valid Cases	171				

Πίνακας 3.52. Συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου στην Ερώτηση 17 και του φύλου

Τάξη		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
γ' Γυμνασίου	Pearson Chi-Square	1,726	1	,189		
	Continuity Correction	1,253	1	,263		
	Likelihood Ratio	1,736	1	,188		
	Fisher's Exact Test				,244	,131
	Linear-by-Linear Association	1,714	1	,190		
	N of Valid Cases	143				
Β' Λυκείου	Pearson Chi-Square	3,091	1	,079		
	Continuity Correction	2,507	1	,113		
	Likelihood Ratio	3,056	1	,080		
	Fisher's Exact Test				,084	,057
	Linear-by-Linear Association	3,072	1	,080		
	N of Valid Cases	171				

Στους Πίνακες 3.36-3.52 βλέπουμε ότι δεν υπάρχει καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις Σωστού-Λάθους των 17 ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, μεταξύ των δύο φύλων, για κάθε τάξη. Για την κάθε ερώτηση ισχύει $p > 0,05$, όπως φαίνεται συνοπτικά στον Πίνακα 3.53.

Πίνακας 3.53. Συσχέτιση των απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του φύλου, για κάθε τάξη. Είναι: σσδ=στατιστικά σημαντική διαφορά, τδ= τυχαία διακύμανση

Ερώτηση	γ' Γυμνασίου				Β' Γενικού Λυκείου			
	χ^2	df	p	Διαφορά	χ^2	df	p	Διαφορά
1	0,735	1	0,391	τδ	2,320	1	0,128	τδ
2	1,699	1	0,192	τδ	1,359	1	0,244	τδ
3	0,252	1	0,616	τδ	0,048	1	0,827	τδ
4	0,057	1	0,811	τδ	0,762	1	0,383	τδ
5	0,570	1	0,450	τδ	0,129	1	0,720	τδ
6	0,219	1	0,640	τδ	0,523	1	0,470	τδ
7	0,982	1	0,322	τδ	3,451	1	0,063	τδ
8	2,014	1	0,156	τδ	2,325	1	0,127	τδ
9	0,145	1	0,704	τδ	2,29	1	0,130	τδ
10	1,800	1	0,180	τδ	0,014	1	0,906	τδ
11	3,280	1	0,070	τδ	0,517	1	0,472	τδ
12	0,016	1	0,899	τδ	0,018	1	0,894	τδ
13	0,020	1	0,961	τδ	1,000	1	0,317	τδ
14	0,063	1	0,802	τδ	1,186	1	0,276	τδ
15	1,199	1	0,273	τδ	0,276	1	0,599	τδ
16	0,822	1	0,365	τδ	0,778	1	0,378	τδ
17	1,726	1	0,189	τδ	3,091	1	0,079	τδ

3.2 Ορισμός της μεταβλητής: «επίδοση»

Ορίζουμε τη μεταβλητή «επίδοση», η οποία προκύπτει από το σύνολο των σωστών απαντήσεων για κάθε ερωτηματολόγιο. Αν σε ένα ερωτηματολόγιο υπάρχουν n σωστές απαντήσεις από τις 17, η επίδοση του ερωτηματολογίου είναι: $\varepsilon=100 \cdot n/17$ και μπορεί να πάρει τιμές: $0 \leq \varepsilon \leq 100$, δηλαδή είναι η ποσοστιαία έκφραση του κλάσματος $n/17$.

Πραγματοποιούμε τη μηδενική υπόθεση H_0 ότι η μεταβλητή «επίδοση» ακολουθεί την κανονική κατανομή και εφαρμόζουμε το κριτήριο K-S για τη μεταβλητή αυτή, για το σύνολο των μαθητών της γ' Γυμνασίου καθώς και για το σύνολο των μαθητών της Β' Λυκείου και λαμβάνουμε:

Πίνακας 3.54. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Τάξη		Επίδοση	
γ' Γυμνασίου	N	143	
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6,59
		Std. Deviation	2,603
	Most Extreme Differences	Absolute	,158
		Positive	,158
		Negative	-,088
	Test Statistic	,158	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000 ^c	
Β' Λυκείου	N	171	
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6,52
		Std. Deviation	2,806
	Most Extreme Differences	Absolute	,122
		Positive	,122
		Negative	-,064
	Test Statistic	,122	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000 ^c	

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Στον Πίνακα 3.54 παρατηρούμε ότι $p < 0,05$ και για τις δύο τάξεις, δηλαδή απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, και επομένως **δεν έχουμε κανονικές κατανομές** για τη μεταβλητή «επίδοση».

3.2.1 Συνάφεια της επίδοσης με την τάξη

Για την επίδοση των μαθητών των δύο τάξεων έχουμε:

Πίνακας 3.55. Μέσος όρος επίδοσης για κάθε τάξη

Τάξη	Μέσος Όρος Επίδοσης	N	Std. Deviation
γ' Γυμνασίου	38,79	143	15,314
Β' Λυκείου	38,36	171	16,507
Σύνολο	38,55	314	15,951

Παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μικρή διαφορά στον μέσο όρο των επιδόσεων με την γ' Γυμνασίου να είναι υψηλότερα από την Β' Λυκείου.

$MO_{\gamma}=38,79$ $MO_B=38,36$ δηλαδή: $MO_{\gamma} > MO_B$

Όταν έχουμε δύο τυχαία επιλεγμένες ανεξάρτητες ομάδες και είτε η κατανομή δεν είναι κανονική είτε δεν ικανοποιείται η προϋπόθεση της ομοιογένειας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney U (Κατσής, Σιδερίδης & Εμβαλωτής, 2010).

Για να συγκρίνουμε την «επίδοση» των μαθητών μεταξύ των δύο τάξεων εφαρμόζουμε το κριτήριο Mann-Whitney U και λαμβάνουμε:

Πίνακας 3.56. Ranks

	Τάξη	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Επίδοση	γ' Γυμνασίου	143	157,79	22564,00
	Β' Λυκείου	171	157,26	26891,00
	Total	314		

Πίνακας 3.57. Test Statistics^a

	Επίδοση
Mann-Whitney U	12185,000
Wilcoxon W	26891,000
Z	-,052
Asymp. Sig. (2-tailed)	,958

a. Grouping Variable: Τάξη

Είναι: $p=0.958>0.05$. **Ανάμεσα στις δύο τάξεις δεν παρατηρείται καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά στην «επίδοση».**

3.2.2 Συνάφεια της επίδοσης με τον προσανατολισμό, για κάθε τάξη

Πίνακας 3.58. Μέσος όρος Επίδοσης ανά Προσανατολισμό, για κάθε Τάξη

Τάξη	Προσανατολισμός	Μέσος Όρος Επίδοσης	N	Std. Deviation
γ' Γυμνασίου	με φυσική	45,35	55	18,278
	χωρίς φυσική	34,69	88	11,458
	Σύνολο	38,79	143	15,314
Β' Λυκείου	με φυσική	50,17	51	17,503
	χωρίς φυσική	33,33	120	13,238
	Σύνολο	38,36	171	16,507

$MO_{\gamma\phi}=45,35$ $MO_{\chi\phi}=34,69$ δηλαδή: $MO_{\gamma\phi} > MO_{\chi\phi}$
 $MO_{B\phi}=50,17$ $MO_{\chi\phi}=33,33$ δηλαδή: $MO_{B\phi} > MO_{\chi\phi}$

Για να συγκρίνουμε την «επίδοση» των μαθητών μεταξύ των δύο προσανατολισμών, για κάθε τάξη, εφαρμόζουμε το κριτήριο Mann-Whitney U και λαμβάνουμε:

Πίνακας 3.59. Ranks

Τάξη	Προσανατολισμός	N	Mean Rank	Sum of Ranks
γ' Γυμνασίου	Επίδοση με φυσική	55	87,15	4793,00
	χωρίς φυσική	88	62,53	5503,00
	Σύνολο	143		
Β' Λυκείου	Επίδοση με φυσική	51	119,73	6106,00
	χωρίς φυσική	120	71,67	8600,00
	Σύνολο	171		

Πίνακας 3.60. Test Statistics^a

Τάξη		Επίδοση
γ' Γυμνασίου	Mann-Whitney U	1587,000
	Wilcoxon W	5503,000
	Z	-3,493
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
Β' Λυκείου	Mann-Whitney U	1340,000
	Wilcoxon W	8600,000
	Z	-5,852
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a. Grouping Variable: Προσανατολισμός

Για καθεμιά από τις δύο τάξεις η επίδοση του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερη από την επίδοση του προσανατολισμού χωρίς φυσική, **με στατιστικά σημαντική διαφορά. $p < 0,05$** , όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.60.

Παρατηρούμε επίσης ότι η διαφορά των μέσων όρων επίδοσης μεταξύ των δύο προσανατολισμών στο Λύκειο είναι μεγαλύτερη από την διαφορά των αντίστοιχων μέσων όρων στο Γυμνάσιο:

Διαφορά Γυμνασίου = $MO_{\gamma\phi} - MO_{\chi\phi} = 45,35 - 34,69 = 10,66$

Διαφορά Λυκείου = $MO_{\beta\phi} - BMO_{\chi\phi} = 50,17 - 33,33 = 16,84 > 10,66$.

3.2.3 Συνάφεια της επίδοσης με το φύλο, για κάθε τάξη

Πίνακας 3.61. Μέσος όρος επίδοσης ανά φύλο, για κάθε τάξη

Τάξη	Φύλο	Μέσος Όρος Επίδοσης	N	Std. Deviation
γ' Γυμνασίου	αγόρι	40,85	72	14,805
	κορίτσι	36,70	71	15,641
	Σύνολο	38,79	143	15,314
Β' Λυκείου	αγόρι	39,56	69	18,924
	κορίτσι	37,54	102	14,692
	Σύνολο	38,36	171	16,507

Είναι:

ΜΟ_{γα}=40,85

ΜΟ_{γκ}=36,70

ΜΟ_{γα} > ΜΟ_{γκ}

ΜΟΒ_α=39,56

ΜΟΒ_κ=37,54

ΜΟΒ_α > ΜΟΒ_κ

Για να συγκρίνουμε την «επίδοση» των μαθητών μεταξύ των δύο φύλων, για κάθε τάξη, εφαρμόζουμε το κριτήριο Mann-Whitney U και λαμβάνουμε:

Πίνακας 3.62. Ranks

Τάξη	Φύλο	N	Mean Rank	Sum of Ranks
γ' Γυμνασίου	Επίδοση αγόρι	72	79,08	5694,00
	κορίτσι	71	64,82	4602,00
	Total	143		
Β' Λυκείου	Επίδοση αγόρι	69	88,37	6097,50
	κορίτσι	102	84,40	8608,50
	Σύνολο	171		

Πίνακας 3.63. Test Statistics^a

Τάξη	Επίδοση	
γ' Γυμνασίου	Mann-Whitney U	2046,000
	Wilcoxon W	4602,000
	Z	-2,081
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,037
Β' Λυκείου	Mann-Whitney U	3355,500
	Wilcoxon W	8608,500
	Z	-,519
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,604

a. Grouping Variable: Φύλο

Για καθεμιά από τις δύο τάξεις η επίδοση για τα αγόρια είναι μεγαλύτερη από την επίδοση για τα κορίτσια, με στατιστικά σημαντική διαφορά **μόνο για την γ' Γυμνασίου, $p=0,037<0,05$** , όπως φαίνεται στον **Πίνακα 3.63**. Για την Β' Λυκείου έχουμε $p=0,604>0,05$ και επομένως η επίδοση στο Λύκειο δεν εξαρτάται από το φύλο.

3.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων στις εννέα ερωτήσεις από το ερωτηματολόγιο DIRECT

Για τις εννέα ερωτήσεις οι οποίες είναι παρόμοιες με τις ερωτήσεις στο ερωτηματολόγιο DIRECT 1.0 ή 1.1, παραθέτουμε στον παρακάτω Πίνακα 3.64 τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων της έρευνας της Engelhardt (1997), για μαθητές Λυκείου στις Ηνωμένες Πολιτείες, στον Καναδά και στη Γερμανία, σε αντιπαραβολή με τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων της παρούσας έρευνας.

Πίνακας 3.64: Ποσοστά σωστών απαντήσεων στις κοινές ερωτήσεις

Ερώτηση	Έρευνα Engelhardt (%)	Β΄ Λυκείου	
		Με φυσική (%)	Χωρίς φυσική (%)
1	30	27,46	10,00
2	48	31,37	29,17
5	73	78,43	47,50
6	82	80,39	40,83
10	63	33,33	40,83
12	69	49,02	27,50
14	66	50,98	39,17
16	17	19,61	6,67
17	69	43,14	20,83

Παρατηρούμε ότι στην παρούσα έρευνα τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων είναι γενικά μικρότερα από εκείνα της έρευνας της Engelhardt (1997) και για τους δύο προσανατολισμούς (με φυσική και χωρίς φυσική). Ιδιαίτερα σημαντική είναι η διαφορά στις ερωτήσεις 10, 12 και 17. Η ερώτηση 10 σχετίζεται με τον ρόλο ενός σύρματος στο κύκλωμα, ενώ οι ερωτήσεις 12 και 17 σχετίζονται με τη φωτοβολία ενός λαμπτήρα που συνδέεται σε μία ηλεκτρική πηγή και με την αναγνώριση του λαμπτήρα ως ηλεκτρικό δίπολο.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

4.1 Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τα κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας εκπονήθηκε έρευνα με χρήση ερωτηματολογίου για την ανάδειξη των εναλλακτικών αντιλήψεων που έχουν οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και ειδικότερα με τις σχηματικές αναπαραστάσεις των κυκλωμάτων αυτών.

Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης έχουν εναλλακτικές ιδέες για τα ηλεκτρικά κυκλώματα και για τις αναπαραστάσεις των κυκλωμάτων και η συχνότητά τους εξαρτάται από τον προσανατολισμό σπουδών που έχουν επιλέξει ή σκέφτονται να επιλέξουν, αλλά δεν εξαρτάται από την τάξη τους και το φύλο τους.

4.1.1 Εναλλακτικές ιδέες

Ένα σημαντικό ζήτημα το οποίο είναι αιτία παρανοήσεων είναι η συνδεσμολογία αντιστάσεων. Περισσότεροι από το ένα τρίτο των μαθητών της γ' Γυμνασίου και της Β' Λυκείου απαντούν λανθασμένα ότι όταν δύο αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα, η ολική αντίσταση του κλάδου στον οποίο βρίσκονται, αυξάνεται. Θεώρησαν δηλαδή ότι η προσθήκη αντιστάσεων παράλληλα, οδηγεί σε αύξηση της ολικής αντίστασης.

Η απάντηση ότι ο ανεμιστήρας και η τηλεόραση συνδέονται παράλληλα στο δίκτυο του σπιτιού, δόθηκε από ένα ποσοστό λίγο πάνω από το 50% της κάθε τάξης. Δηλαδή περίπου οι μισοί από τους μαθητές φαίνεται να μην αντιλαμβάνονται ότι οι ηλεκτρικές συσκευές που λειτουργούν σε ένα σπίτι είναι συνδεδεμένες παράλληλα.

Το ένα τρίτο των μαθητών της γ' Γυμνασίου και περισσότεροι από τους μισούς μαθητές της Β' Λυκείου βρήκαν την σωστή σχηματική απεικόνιση ενός δεδομένου πραγματικού κυκλώματος. Αντίστροφα όταν ζητείται να προσδιοριστεί ποιο πραγματικό κύκλωμα ή κυκλώματα αντιστοιχούν σε δεδομένη σχηματική απεικόνιση κυκλώματος, η σωστή απάντηση δόθηκε από το 18,44% των μαθητών του Γυμνασίου και από το 10,53% των μαθητών του Γενικού Λυκείου. Δηλαδή η πλειοψηφία των μαθητών της γ' Γυμνασίου, καθώς και η πλειοψηφία των μαθητών της Β' Λυκείου δεν βρήκαν το σωστό πραγματικό κύκλωμα της δεδομένης σχηματικής απεικόνισης. Συμπερασματικά επαληθεύεται ότι η

εύρεση του πραγματικού κυκλώματος που αντιστοιχεί σε σχηματική απεικόνιση είναι δυσκολότερη από την εύρεση της σχηματικής απεικόνισης που αντιστοιχεί σε πραγματικό κύκλωμα (Engelhardt & Beichner, 2004).

Περισσότεροι από τους μισούς μαθητές της γ' Γυμνασίου και περισσότεροι από το ένα τρίτο των μαθητών της Β' Λυκείου θεώρησαν ότι οι δύο πηγές δίνουν σε έναν λαμπτήρα την ίδια ενέργεια, είτε συνδέονται μεταξύ τους στη σειρά, είτε παράλληλα. Αντίθετα, το 50,35% των μαθητών του Γυμνασίου και το 42,69% των μαθητών του Γενικού Λυκείου απάντησαν σωστά ότι δύο ίδιες πηγές σε σειρά και με την ίδια πολικότητα, δίνουν περισσότερη ενέργεια σε έναν λαμπτήρα από όση δίνει η μία πηγή συνδεδεμένη σε ίδιο λαμπτήρα.

Το θέμα της σύνδεσης των πηγών δεν διδάσκεται ουσιαστικά στο Γυμνάσιο και στο Γενικό Λύκειο και οι μαθητές δεν γνωρίζουν πώς να υπολογίσουν την ολική τάση συστήματος πηγών. Αγνοούν δηλαδή ότι οι διαφορές δυναμικού αθροίζονται όταν οι πηγές συνδέονται σε σειρά και με την ίδια πολικότητα, ενώ η διαφορά δυναμικού παραμένει η ίδια, όταν δύο ίδιες πηγές συνδέονται παράλληλα και με την ίδια πολικότητα. Στις ερωτήσεις στις οποίες υπάρχουν στο κύκλωμα δύο πηγές, οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν περισσότερο με βάση τη διαίσθησή τους, δηλαδή τι θεωρούν αναμενόμενο να ισχύει. Στη διδακτέα ύλη περιλαμβάνονται περιπτώσεις όπου στο κύκλωμα υπάρχει μόνο μία ηλεκτρική πηγή.

Για ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο έχει μία πηγή και έναν λαμπτήρα, η περισσότεροι μαθητές τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Λύκειο, απάντησαν ότι το ρεύμα έχει την ίδια τιμή και την ίδια κατεύθυνση σε όλα τα σημεία του κυκλώματος. Δηλαδή η πλειοψηφία των μαθητών έχει αποδεχτεί το επιστημονικά ορθό μοντέλο του ηλεκτρικού ρεύματος. Η απάντηση ότι το ρεύμα έχει διαφορετικές τιμές σε δύο διαφορετικά σημεία του κυκλώματος, συγκέντρωσε μικρά ποσοστά 4-10% και παραπέμπει στο μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος. Η απάντηση ότι τα ρεύματα σε δύο διαφορετικά σημεία του κυκλώματος είναι ίδια, αλλά κατευθύνονται προς αντίθετες κατευθύνσεις, συγκέντρωσε το 20,42% στο Γυμνάσιο και το 30,41% στο Λύκειο και παραπέμπει στο μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων.

Αν τα άκρα μιας πηγής συνδέονται με έναν ανοιχτό διακόπτη, αυτή δεν διαρρέεται από ρεύμα, αλλά η τάση στα άκρα της δεν είναι μηδέν. Η πλειοψηφία των μαθητών δεν

κατόρθωσε να αντιληφθεί ότι μια ηλεκτρική πηγή έχει μια ορισμένη τάση στα άκρα της, ανεξάρτητα από το αν είναι συνδεδεμένη σε κάποιο κύκλωμα. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στη συσχέτιση της τάσης με το ρεύμα και στην αίσθηση ότι όταν μηδενίζεται το ρεύμα, μηδενίζεται και η τάση, ως αποτέλεσμα της αναλογίας των δύο φυσικών μεγεθών, σύμφωνα με το νόμο του Ohm (Psillos et al., 1988, Métioui et al., 1996, Engelhardt & Beichner, 2004, Σταύρου, 2017).

Σε κάποιες ερωτήσεις διερευνήθηκε η δυνατότητα των μαθητών να αντιληφθούν ότι η ηλεκτρική πηγή και ο λαμπτήρας είναι δίπολα και συνδέονται σε δύο διαφορετικά σημεία σε ένα κύκλωμα. Ένα ποσοστό 18% των μαθητών και των δύο τάξεων θεωρούν ότι ένας λαμπτήρας μπορεί να φωτοβολεί, ακόμη και αν μόνο το ένα άκρο του ακουμπάει στον έναν πόλο της πηγής. Επίσης μεγάλο ποσοστό των μαθητών και των δύο τάξεων συμπεριλαμβάνουν στους λαμπτήρες που φωτοβολούν και λαμπτήρες οι οποίοι δεν χρησιμοποιούν στο κύκλωμα και τα δύο άκρα τους. Οι απαντήσεις αυτές δηλώνουν ότι δεν γίνεται αντιληπτή η ανάγκη για σύνδεση του λαμπτήρα σε δύο διαφορετικά άκρα στο κύκλωμα και μπορεί να θεωρηθεί ότι παραπέμπουν στο μονοπολικό μοντέλο του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα στις σχηματικές απεικονίσεις των κυκλωμάτων, το οποίο διερευνήθηκε στην παρούσα μελέτη, είναι η δυσκολία των μαθητών να αντιληφθούν την έννοια του βραχυκυκλώματος. Ένας στους πέντε μαθητές και των δύο τάξεων συμπεριέλαβαν στην παράλληλη σύνδεση λαμπτήρων και μια περίπτωση λαμπτήρα ο οποίος έχει βραχυκυκλωμένα τα άκρα του. Επίσης η πλειοψηφία των μαθητών και των δύο προσανατολισμών και στις δύο τάξεις, απάντησε λανθασμένα ότι σε κάποιο κύκλωμα φωτοβολεί ένας λαμπτήρας, παρόλο που έχει τα δύο άκρα του συνδεδεμένα με ένα σύρμα. Επιβεβαιώνεται έτσι ότι οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν εύκολα τον ρόλο ενός απλού σύρματος σε ένα κύκλωμα, όταν αυτό δεν έχει πάνω του συνδεδεμένο κάποιο εξάρτημα. Πολλές φορές το σύρμα που υλοποιεί ένα βραχυκύκλωμα περνάει απαρατήρητο και θεωρείται ότι η παρουσία του δεν επιφέρει κάποιο αποτέλεσμα. Σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να υπερεκτιμηθεί ο ρόλος ενός σύρματος. Έτσι, τα δύο τρίτα των μαθητών και των δύο τάξεων, απάντησαν ότι προκαλεί μεταβολή σε ένα κύκλωμα η σύνδεση ενός σύρματος μεταξύ δύο σημείων, τα οποία είναι ήδη συνδεδεμένα με ένα άλλο σύρμα.

Τέλος έγινε διερεύνηση της αντίληψης των μαθητών για το τι είναι αυτό που καταναλώνεται σε μια ηλεκτρική συσκευή. Αυτό δεν είναι ένα ζήτημα σχηματικής

απεικόνισης κυκλώματος, αλλά είναι περισσότερο θέμα κατανόησης των διαφόρων φυσικών μεγεθών που υπεισέρχονται στην μελέτη των κυκλωμάτων. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών της γ' Γυμνασίου και της Β' Λυκείου απαντά ότι σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνονται και φορτίο και ρεύμα και ενέργεια. Περίπου το 28% των μαθητών και των δύο τάξεων απαντά σωστά ότι καταναλώνεται μόνο ενέργεια, ενώ σχεδόν ένας στους τέσσερις μαθητές και των δύο τάξεων απαντά ότι καταναλώνεται μόνο ηλεκτρικό ρεύμα. Οι απαντήσεις αυτές σχετίζονται με τη χρήση του όρου «ηλεκτρικό ρεύμα» στην καθημερινή ζωή, όπου τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται ως συνώνυμο του όρου «ηλεκτρική ενέργεια». Λέμε πολλές φορές ότι μια συσκευή καταναλώνει ή καίει ρεύμα, ή μια βελτιωμένη συσκευή συμβάλλει στην εξοικονόμηση ρεύματος κ.λπ.

Γενικά, η μελέτη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών για τα ηλεκτρικά κυκλώματα μπορεί να βοηθήσει στη διδασκαλία και να διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς στο να βρίσκουν και να αντικαθιστούν τις ιδέες αυτές με τις επιστημονικά αποδεκτές. Περαιτέρω τα συμπεράσματα, που προκύπτουν είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν μελλοντικά στο καθορισμό της διδακτέας ύλης και κυρίως της σειράς με την οποία είναι καλύτερο να εισάγονται οι έννοιες που διδάσκονται.

4.1.2 Συνάφειες απαντήσεων και μεταβλητών

Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι για τις περισσότερες ερωτήσεις υπάρχει συνάφεια μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών της κάθε τάξης και του προσανατολισμού σπουδών, καθώς και των ομαδοποιημένων απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών της κάθε τάξης και του προσανατολισμού σπουδών. Για τις απαντήσεις Σωστού-Λάθους η στατιστικά σημαντική διαφορά είναι **υπέρ του προσανατολισμού που έχει φυσική, σε σχέση με τον προσανατολισμό χωρίς φυσική, τόσο για την γ' Γυμνασίου όσο και για την Β' Λυκείου.**

Για καθεμιά από τις δύο τάξεις **η επίδοση του προσανατολισμού με φυσική είναι μεγαλύτερη από την επίδοση του προσανατολισμού χωρίς φυσική, με στατιστικά σημαντική διαφορά.** Παρατηρούμε ακόμη ότι η διαφορά των μέσων όρων επίδοσης μεταξύ των δύο προσανατολισμών στο Λύκειο είναι μεγαλύτερη από την διαφορά των αντίστοιχων μέσων όρων στο Γυμνάσιο.

Συμπερασματικά, στις σωστές απαντήσεις υπάρχει υπεροχή του προσανατολισμού με φυσική, σε σχέση με τον προσανατολισμό χωρίς φυσική, **τόσο για την γ΄ Γυμνασίου όσο και για την Β΄ Λυκείου.**

Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά της επίδοσης στο ερωτηματολόγιο μεταξύ των δύο τάξεων. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μικρή διαφορά, με τον μέσο όρο της επίδοσης της γ΄ Γυμνασίου να είναι υψηλότερος από τον μέσο όρο της επίδοσης της Β΄ Λυκείου.

Δεν παρατηρήθηκε επίσης καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομαδοποιημένων απαντήσεων Σωστού-Λάθους των μαθητών και του φύλου, **τόσο για την γ΄ Γυμνασίου όσο και για την Β΄ Λυκείου.**

Για καθεμιά από τις δύο τάξεις η επίδοση για τα αγόρια είναι μεγαλύτερη από την επίδοση για τα κορίτσια, με **στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο για την γ΄ Γυμνασίου.** Η μικρή υπεροχή των επιδόσεων των αγοριών καταγράφεται και στην βιβλιογραφία (Brown et al., 1998, Sencar et al., 2001, Engelhardt & Beichner, 2004, Mboniyiriyivuze et al., 2022, Σταύρου, 2017), με τα κορίτσια να έχουν περισσότερες εναλλακτικές αντιλήψεις σε σχέση με τα αγόρια.

Η ύπαρξη συνάφειας μεταξύ επιδόσεων σε κάποιο θέμα φυσικής και στον προσανατολισμό σπουδών δεν συνεπάγεται αυτομάτως κάποια απλή, μονόδρομη σχέση αιτίου και αποτελέσματος. Η συνάφεια μπορεί να αντανακλά ένα πιο σύνθετο πλέγμα αιτίου και αποτελέσματος στην αλληλεπίδραση επίδοσης και επιλογής προσανατολισμού σπουδών. Π.χ. όταν ένας μαθητής έχει καλή επίδοση στη φυσική, μπορεί να σκέφτεται να ακολουθήσει θετικές σπουδές. Αυτό το ενδιαφέρον που αναπτύσσει, τον βοηθάει να γίνει ακόμη καλύτερος και έτσι η επίδοση του αυξάνεται. Στην περίπτωση αυτή η επίδοση και το ενδιαφέρον αλληλοεπηρεάζονται και ενισχύεται η αρχική συνάφεια. Παρομοίως αν δεν έχει καλές επιδόσεις στη φυσική, απομακρύνεται η σκέψη του από το ενδεχόμενο για θετικές σπουδές, με αποτέλεσμα να μειώνεται και η επίδοσή του.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η μεταβλητή «προσανατολισμός σπουδών» έχει μια χαρακτηριστική διαφορά σε σχέση με τις άλλες δύο δίτιμες μεταβλητές που εμφανίζονται σε αυτή τη μελέτη, δηλαδή την «τάξη» και το «φύλο». Πρόκειται για μία μεταβλητή για την οποία ο μαθητής επιλέγει και δηλώνει μόνος του την τιμή της, δηλαδή αντιστοιχεί στην προτίμησή του. Μάλιστα η δήλωση στο ερωτηματολόγιο δεν ήταν ποιον προσανατολισμό

έχετε επιλέξει, αλλά ποιον επιθυμείτε να επιλέξετε στην συνέχεια, δηλαδή ουσιαστικά στην επόμενη τάξη. Αντίθετα, η «τάξη» και το «φύλο» προσδιορίζονται αντικειμενικά, χωρίς επιλογή του μαθητή. Για το λόγο αυτό ο προσανατολισμός ενδέχεται να συσχετίζεται με την επίδοση του μαθητή εντονότερα σε σύγκριση με τις άλλες δύο μεταβλητές. Η επιλογή του προσανατολισμού από την πλευρά του μαθητή τον καθιστά μεταβλητή που διαφέρει από την τάξη και το φύλο, όπως διαφέρουν οι φίλοι από τους συγγενείς.

Η συνάφεια του προσανατολισμού σπουδών με την επίδοση του μαθητή στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση αντανακλά και την σημασία που έχει η καλή σχέση του μαθητή με τα μαθήματα προσανατολισμού, για την επιτυχή συμμετοχή του στις εισαγωγικές εξετάσεις για τις σχολές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η έμφαση στα γραπτώς εξεταζόμενα μαθήματα είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό που προσδιορίζει τις επιλογές και την συμπεριφορά των μαθητών, ιδιαίτερα στις δύο τελευταίες τάξεις του Λυκείου.

Τέλος ένα επιπλέον αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης είναι η διαπίστωση ότι οι μαθητές που δήλωσαν προσανατολισμό σπουδών με φυσική είναι η μειοψηφία και για τις δύο τάξεις, 38,5% των μαθητών της γ΄ Γυμνασίου και 29,8% των μαθητών της Β΄ Λυκείου.

4.2 Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Στην παρούσα εργασία δεν συμπεριελήφθησαν ερωτήματα με αιτιολόγηση, αλλά μόνο ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Συνεπώς υπάρχει το ενδεχόμενο κάποιες απαντήσεις να είναι συμπτωματικά σωστές ή λανθασμένες. Σε μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ερωτηματολόγιο το οποίο να περιλαμβάνει δύο ή τρία επίπεδα ερωτήσεων για να διακριθούν οι περιπτώσεις όπου υπάρχει έλλειμμα γνώσης από τις περιπτώσεις όπου υπάρχουν εναλλακτικές αντιλήψεις.

Η έρευνα αυτή θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μελλοντικά και σε μαθητές της Γ' τάξης του Γενικού Λυκείου, καθώς και σε μαθητές Επαγγελματικών Λυκείων. Θα μπορούσε ακόμη να γίνει σε φοιτητές φυσικής, παιδαγωγικών τμημάτων ή θετικών και πολυτεχνικών σχολών.

Ασχοληθήκαμε με ηλεκτρικά κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Στο θέμα αυτό υπάρχουν αρκετές μελέτες και ίσως δεν κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιηθούν περισσότερες. Ωστόσο, θα μπορούσαν να γίνουν εκπαιδευτικές έρευνες σε περιπτώσεις κυκλωμάτων που περιέχουν στοιχεία όπως πυκνωτές, πηνία ή πηγές εναλλασσόμενου ρεύματος. Θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε μελλοντικές έρευνες στοιχεία όπως οι ημιαγωγοί, οι λογικές πύλες, τα ολοκληρωμένα κυκλώματα και τα ψηφιακά ηλεκτρονικά, τα οποία είναι πρωταρχικής σημασίας για όλες τις συσκευές υψηλής τεχνολογίας που χρησιμοποιούμε στις μέρες μας.

Θα μπορούσαν επίσης να ερευνηθούν πιο πρακτικά ζητήματα που συναντάμε στην καθημερινή ζωή, όπως η γνώση της ηλεκτρικής εγκατάστασης ενός σπιτιού, ο ηλεκτρικός πίνακας, οι ασφάλειες, ο κίνδυνος της ηλεκτροπληξίας, η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην παρούσα έρευνα διαπιστώθηκε μια συνάφεια ανάμεσα στις απαντήσεις των μαθητών και στον προσανατολισμό σπουδών που επιλέγουν. Αυτό θεωρείται λογικό δεδομένου ότι αναμένεται να κατανοεί καλύτερα τα θέματα του ηλεκτρισμού ο μαθητής που ενδιαφέρεται για προσανατολισμό με φυσική. Μπορούμε να θεωρήσουμε όμως εξίσου αναμενόμενο το γεγονός ότι ο μαθητής που επιλέγει προσανατολισμό με φυσική, θα κατανοεί καλύτερα και τα υπόλοιπα κεφάλαια της φυσικής. Δηλαδή θα μπορούσε να διερευνήσει κάποιος ερευνητής μελλοντικά τη συσχέτιση του προσανατολισμού σπουδών με την κατανόηση π.χ. της μηχανικής, της θερμότητας, της σύγχρονης φυσικής ή και

γενικότερα όλης της ύλης της φυσικής. Εννοείται ότι αυτού του είδους η συσχέτιση μεταξύ προσανατολισμού σπουδών και επίδοσης, δηλαδή επιθυμίας και δυνατότητας, μπορεί να εμφανιστεί και σε άλλα μαθήματα, πέρα από τη φυσική. Η διαπίστωση αυτή μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για νέες εκπαιδευτικές έρευνες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΣΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

ΤΑΞΗ:

Φύλο: ΑΓΟΡΙ

ΚΟΡΙΤΣΙ

Ενδιαφέρομαι για προσανατολισμό σπουδών που έχει μάθημα Φυσικής: ΝΑΙ ΟΧΙ

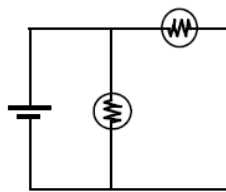
Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 17 ερωτήσεις.

Για τις ακόλουθες ερωτήσεις κυκλώστε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

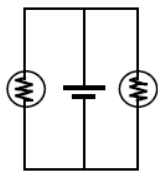
Σε κάθε ερώτηση αντιστοιχεί μία σωστή απάντηση.

Μην γράφετε το όνομά σας. Οι απαντήσεις σας δεν θα επηρεάσουν το βαθμό σας.

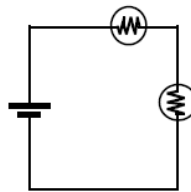
1 . Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα παρακάτω αναπαριστούν δύο λαμπτήρες παράλληλα συνδεδεμένους σε μια μπαταρία;



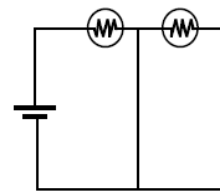
1



2



3

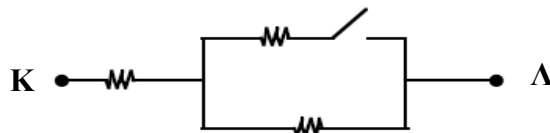


4

- (Α) μόνο το κύκλωμα 1
- (Β) μόνο το κύκλωμα 2
- (Γ) μόνο το κύκλωμα 3
- (Δ) τα κυκλώματα 1 και 2
- (Ε) τα κυκλώματα 1, 2 και 4

2 . Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση ανάμεσα στα άκρα Κ και Λ, όταν κλείνει ο διακόπτης;

- (Α) αυξάνεται
- (Β) μειώνεται
- (Γ) παραμένει η ίδια



3 . Σε μια ηλεκτρική συσκευή καταναλώνεται:

- (Α) ηλεκτρικό φορτίο
- (Β) ηλεκτρικό ρεύμα
- (Γ) ενέργεια
- (Δ) όλα τα παραπάνω

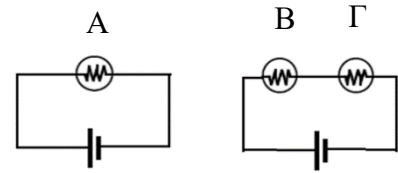
4. Οι τρεις λαμπτήρες A, B, Γ στα δύο κυκλώματα είναι ίδιοι και οι δύο πηγές είναι ίδιες.

Για τη φωτοβολία των λαμπτήρων ισχύει:

(A) $A < B = \Gamma$

(B) $A > B = \Gamma$

(Γ) $A > B > \Gamma$



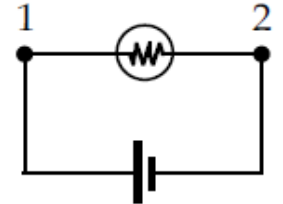
5. Σύγκρινε το ρεύμα στο σημείο 1 με το ρεύμα στο σημείο 2. Σε ποιο σημείο το ρεύμα είναι μεγαλύτερο;

(A) στο σημείο 1

(B) στο σημείο 2

(Γ) τα ρεύματα είναι τα ίδια και έχουν την ίδια κατεύθυνση

(Δ) τα ρεύματα είναι τα ίδια και έχουν αντίθετες κατευθύνσεις



6. Ποιο σχηματικό διάγραμμα αναπαριστά το πραγματικό κύκλωμα που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα;

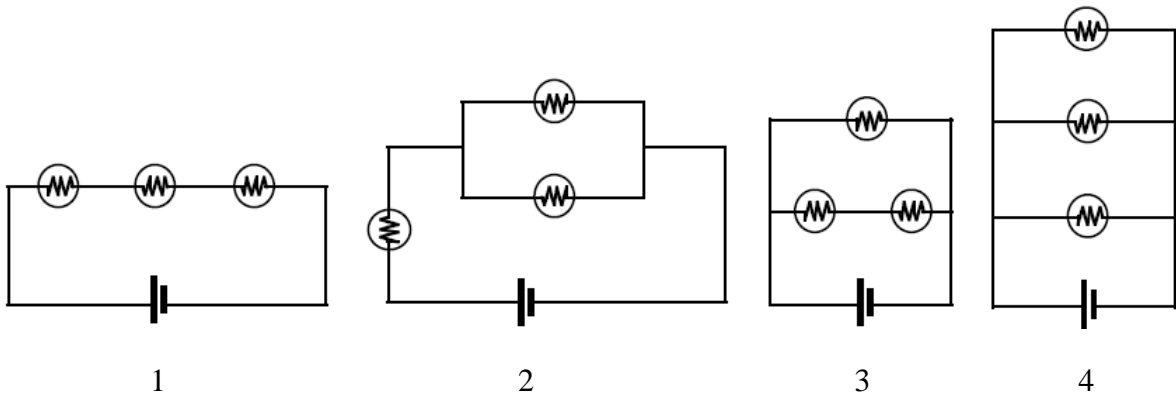
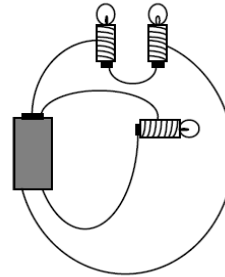
(A) το διάγραμμα 1

(B) το διάγραμμα 2

(Γ) το διάγραμμα 3

(Δ) το διάγραμμα 4

(E) κανένα από τα παραπάνω

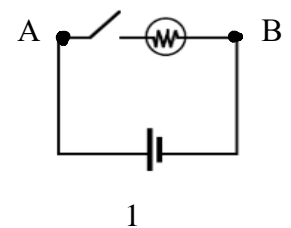


7. Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B;

(A) 12V

(B) 0V

(Γ) καμία από τις παραπάνω τιμές

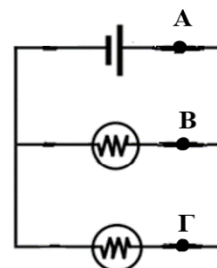


8 . Στο σαλόνι λειτουργούν μια τηλεόραση και ένας ανεμιστήρας. Οι δύο αυτές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο:

- (Α) σε σειρά
- (Β) παράλληλα
- (Γ) τίποτε από τα προηγούμενα

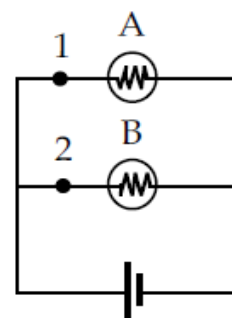
9 . Στο διπλανό κύκλωμα μεγαλύτερη ένταση έχει το ρεύμα:

- (Α) στο σημείο Α
- (Β) στο σημείο Β
- (Γ) στο σημείο Γ



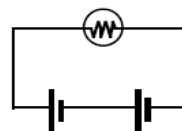
10 . Τι συμβαίνει με τη φωτεινότητα των λαμπτήρων Α και Β όταν συνδέεται ένα σύρμα μεταξύ των σημείων 1 και 2;

- (Α) και στους δύο αυξάνεται
- (Β) και στους δύο μειώνεται
- (Γ) και στους δύο παραμένει η ίδια
- (Δ) ο Α φωτοβολεί εντονότερα από το Β
- (Ε) σβήνουν και οι δύο λαμπτήρες

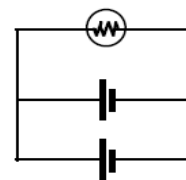


11 . Στα κυκλώματα 1 και 2 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τέσσερις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα;

- (Α) ο λαμπτήρας στο κύκλωμα 1
- (Β) ο λαμπτήρας στο κύκλωμα 2
- (Γ) και οι δύο έχουν την ίδια φωτεινότητα



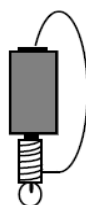
κύκλωμα 1



κύκλωμα 2

12 . Σε ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα θα φωτοβολεί ο λαμπτήρας;

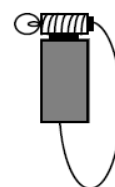
- (Α) μόνο στο κύκλωμα 1
- (Β) μόνο στο κύκλωμα 2
- (Γ) μόνο στο κύκλωμα 3
- (Δ) στα κυκλώματα 1 και 3
- (Ε) στα κυκλώματα 1, 3 και 4



κύκλωμα 1



κύκλωμα 2



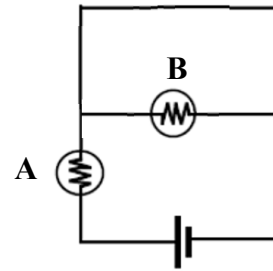
κύκλωμα 3



κύκλωμα 4

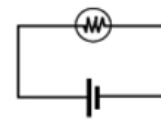
13 . Στο διπλανό κύκλωμα:

- (Α) φωτοβολεί μόνο ο λαμπτήρας Α
- (Β) φωτοβολεί μόνο ο λαμπτήρας Β
- (Γ) φωτοβολούν και οι δύο λαμπτήρες
- (Δ) δεν φωτοβολεί κανένας από τους δύο

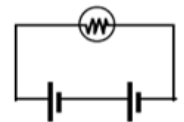


14 . Στα κυκλώματα 1 και 2 οι δύο λαμπτήρες είναι ίδιοι και οι τρεις πηγές είναι ίδιες. Ποιος λαμπτήρας φωτοβολεί εντονότερα;

- (Α) ο λαμπτήρας στο κύκλωμα 1
- (Β) ο λαμπτήρας στο κύκλωμα 2
- (Γ) και οι δύο έχουν την ίδια φωτεινότητα



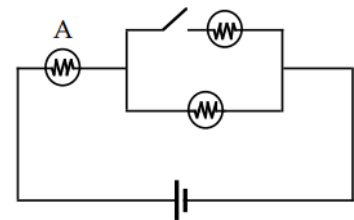
κύκλωμα 1



κύκλωμα 2

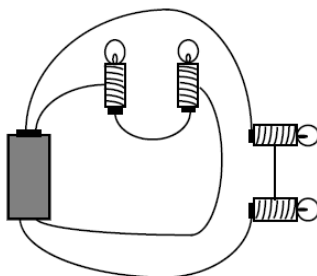
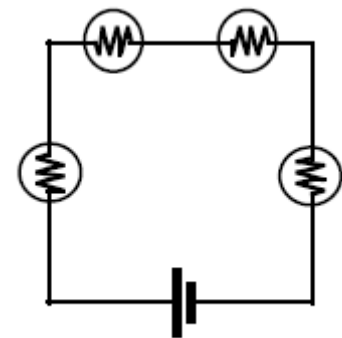
15 . Πώς μεταβάλλεται η φωτεινότητα του λαμπτήρα Α, όταν κλείνει ο διακόπτης;

- (Α) αυξάνεται
- (Β) μειώνεται
- (Γ) παραμένει η ίδια

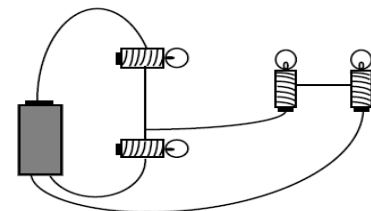


16 . Ποιο κύκλωμα ή κυκλώματα από τα παρακάτω αντιπροσωπεύουν το διπλανό διάγραμμα;

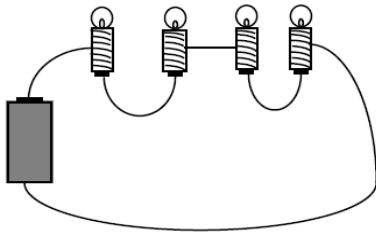
- (Α) μόνο το κύκλωμα 2
- (Β) μόνο το κύκλωμα 3
- (Γ) μόνο το κύκλωμα 4
- (Δ) τα κυκλώματα 1 και 2
- (Ε) τα κυκλώματα 3 και 4



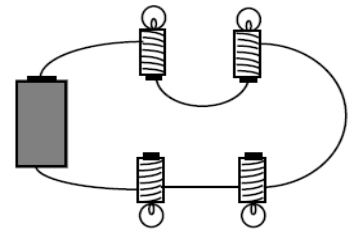
κύκλωμα 1



κύκλωμα 2

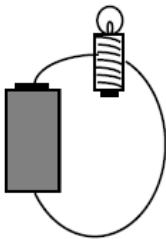


κύκλωμα 3

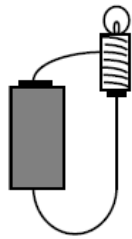


κύκλωμα 4

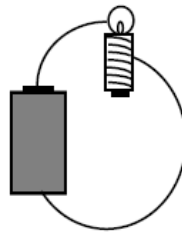
17 . Τι ισχύει για τους λαμπτήρες στα παρακάτω κυκλώματα;



κύκλωμα 1



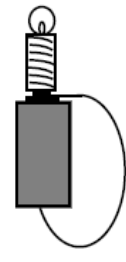
κύκλωμα 2



κύκλωμα 3



κύκλωμα 4



κύκλωμα 5

- (A) φωτοβολούν όλοι
- (B) φωτοβολεί μόνο στο κύκλωμα 2
- (Γ) φωτοβολούν μόνο στα κυκλώματα 4 και 5
- (Δ) φωτοβολούν μόνο στα κυκλώματα 1 και 4
- (E) φωτοβολούν μόνο στα κυκλώματα 1, 2, 4 και 5

Ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Baxter, J. (1991). A constructivist approach to astronomy in the National Curriculum. *Physics Education*, 26(1), 38–45. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/26/1/007>
- Benseghir, A., & Closset, J. (1996). The electrostatics-electrokinetics transition: historical and educational difficulties. *International Journal of Science Education*, 18(2), 179–191. <https://doi.org/10.1080/0950069960180204>
- Brown, T. R., Slater, T. F., & Adams, J. P. (1998). Gender differences with batteries and bulbs. *The Physics Teacher*, 36(9), 526–527. <https://doi.org/10.1119/1.880126>
- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865–883. <https://doi.org/10.1002/tea.20333>
- Cepni, S., & Keleş, E. (2006). Turkish Students' Conceptions about the Simple Electric Circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 269–291. <https://doi.org/10.1007/s10763-005-9001-z>
- Chambers, S.K. and Andre, T. (1997), Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *J. Res. Sci. Teach.*, 34: 107-123. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199702\)34:2<107::AID-TEA2>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199702)34:2<107::AID-TEA2>3.0.CO;2-X)
- Cohen, R., Eylon, B., & Ganiel, U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51(5), 407–412. <https://doi.org/10.1119/1.13226>
- Driver, R., & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67, 443-456.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. *Studies in Science Education*, 5(1), 61–84. <https://doi.org/10.1080/03057267808559857>
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105–122. <https://doi.org/10.1080/03057268608559933>
- Dupin, J.-J., & Johsua, S. (1987). Conceptions of french pupils concerning electric circuits: Structure and evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(9), 791–806. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.3660240903>

- Engelhardt, P. V. (1997). *Examining students' understanding of electrical circuits through multiple-choice testing and interviews*. PhD thesis. North Carolina State University. Department of Physics. Raleigh.
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98–115. <https://doi.org/10.1119/1.1614813>
- Fredette, N., & Lochhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, 18(3), 194–198. <https://doi.org/10.1119/1.2340470>
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623–633. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.3730660412>
- Heller, P. M., & Finley, F. N. (1992). Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 259–275. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.3660290306>
- Hussain, N. H., Latiff, L. A., & Yahaya, N. (2012). Alternative Conception about Open and Short Circuit Concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 466–473. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.678>
- Johsua, S., & Dupin, J. J. (1987). Taking Into Account Student Conceptions in Instructional Strategy: An Example in Physics. *Cognition and Instruction*, 4(2), 117–135. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0402_3
- Kapartzianis, A., & Kriek, J. (2011). The perceptions of Cypriot secondary technical and vocational education students about simple electric circuits. In: Mogari L.D. (Ed.), Proceedings of the 2nd Institute for Science and Technology Education International Conference (pp. 215-230). 17-20 October 2011.
- Küçüközer, H. . and Kocakulah, S. . (2007). “Secondary School Students' Misconceptions about Simple Electric Circuits”, *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), pp. 101–115. Available at: <http://88j.76d.mywebsitetransfer.com/index.php/tused/article/view/663>
- Liégeois, L., & Mullet, E. (2002). High school students' understanding of resistance in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 24(6), 551–564. <https://doi.org/10.1080/09500690110066520>
- Mbonyiryivuze, A., Yadav, L. L., & Amadalo, M. M. (2022). Physics students' conceptual understanding of electricity and magnetism in nine years basic education in Rwanda. *European Journal of Educational Research*, 11(1), 83-101. <https://doi.org/10.12973/eu-er.11.1.83>
- McDermott, L. C., & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), 994–1003. <https://doi.org/10.1119/1.17003>

- Métioui, A., Brassard, C., Levasseur, J., & Lavoie, M. (1996). The persistence of students' unfounded beliefs about electrical circuits: the case of Ohm's law. *International Journal of Science Education*, 18(2), 193–212. <https://doi.org/10.1080/0950069960180205>
- Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a Three-Tier Test to Assess Misconceptions About Simple Electric Circuits. *Journal of Educational Research - J EDUC RES*, 103, 208–222. <https://doi.org/10.1080/00220670903383002>
- Psillos, D., Koumaras, P., & Valassiades, O. (1987). Pupils' Representations of Electric Current before, during and after Instruction on DC Circuits. *Research in Science & Technological Education*, 5(2), 185–199. <https://doi.org/10.1080/0263514870050209>
- Psillos, D., Tiberghien, A., & Koumaras, P. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on DC circuits. *International Journal of Science Education*, 10(1), 29–43. <https://doi.org/10.1080/0950069880100104>
- Sencar, S., Yılmaz, E. E., & Eryılmaz, A. (2001). High School Students Misconceptions about Simple Electric Circuits. *Hacettepe Journal of Education*, 113–120. <https://hdl.handle.net/11511/78248>
- Setyani, N. D., Suparmi, Sarwanto, & Handhika, J. (2017). Students conception and perception of simple electrical circuit. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 909, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012051>
- Shipstone, D. (1988). Pupils' understanding of simple electrical circuits. Some implications for instruction. *Physics Education*, 23(2), 92–96. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/23/2/004>
- Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185–198. <https://doi.org/10.1080/0140528840060208>
- Smaill, C. R., Rowe, G. B., Godfrey, E., & Paton, R. O. (2012). An Investigation Into the Understanding and Skills of First-Year Electrical Engineering Students. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 29–35. <https://doi.org/10.1109/TE.2011.2114663>
- Turgut, Ü., Gürbüz, F., & Turgut, G. (2011). An investigation 10th grade students' misconceptions about electric current. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1965–1971. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.036>
- Viennot, L. (1979). Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205–221. <https://doi.org/10.1080/0140528790010209>
- Wainwright, C. L. (2007). Toward learning and understanding electricity: Challenging persistent misconceptions. In *The Annual Meeting of the Association for Science Teacher Education (ASTE)*, Clearwater, Florida. Retrieved from <http://fg.ed.pacificu.edu/wainwright/Publications/MisconceptionsArticle> (Vol. 6).

Widodo, W., Rosdiana, L., Fauziah, A. M., & Suryanti. (2018). Revealing Student's Multiple-Misconception on Electric Circuits. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108, 12088. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012088>

Ελληνόγλωσση

Ευαγγέλου, Φ. (2004). *Αντιλήψεις φοιτητών και φοιτητριών Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης σε έννοιες της Μηχανικής*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Σχολή Επιστημών της Αγωγής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Ιωάννινα.

Κατσή, Α., Σιδερίδης, Γ., & Εμβαλωτής, Α. (2011). Στατιστικές μέθοδοι στις Κοινωνικές Επιστήμες, Αθήνα: Τόπος

Κολτσάκης, Ε., Πιερράτος, Θ. (2006). *Σχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων με βάση τις αντιλήψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα*, 11ο Συνέδριο Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, Λάρισα.

Κοτσίνης Γ., Παπακόστας Α. (2013). *Μελέτη της επίδρασης του πειράματος επίδειξης στη διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων συνεχούς ρεύματος στους Μαθητές της Β Λυκείου και σύγκριση αυτής με την παραδοσιακή διδασκαλία*, Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση σελ. 890-897, Ανακτήθηκε την 17 Ιουλίου 2022 από την ιστοσελίδα <http://www.enepnet.gr/library/praktika/2013-praktika.pdf>

Κώτσης Κ. και Κοτσίνης Γ. (2011). *Κοινές Αντιλήψεις Μαθητών Β' Λυκείου και Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες του ηλεκτρισμού*, Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Δ.Φ.Ε. και Ν.Τ. στην Εκπαίδευση, σελ. 551-560, Ανακτήθηκε την 15 Ιουλίου 2022 από την ιστοσελίδα <http://www.enepnet.gr/library/praktika/2011-b-praktika.pdf>

Κώτσης, Κ., (2005). Διδασκαλία της Φυσικής & Πείραμα, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα: Δούβαλη Μ.

Μίχας Π., Αγγελίδης Δ., (1999). *Συμβολική αναπαράσταση ηλεκτρικών κυκλωμάτων (παραδείγματα)* Εισήγηση στο 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, Αρχαία Ολυμπία 1999

Παρασκευάς, Π. & Αλιμήσης Δ. (2007). Έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών ΣΤ' τάξης Δημοτικού Σχολείου για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (Πρακτικά 5ου Συνεδρίου) Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, 5 (Α) σελ.192-201 http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth_conf/fifth_praktika.php

Σταύρου, Χ. (2017). *Μελέτη της επίδρασης των πειραμάτων προσομοίωσης στη διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων συνεχούς: Εφαρμογή στους φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Φυσικής, Ιωάννινα.

